
SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
CHRISTO ET ECCLESIAE
VE RI TAS

Himmel und Erde.

Illustrirte naturwissenschaftliche Monatsschrift.



Herausgegeben

von der

GESELLSCHAFT URANIA.

Redacteur: **Dr. M. Wilhelm Meyer.**

I. Jahrgang.



BERLIN.
Verlag von Hermann Paetel.
1889.

Verzeichnifs der Mitarbeiter

am I. Bande der illustrirten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde".

Archenhold, F. S., in Berlin 181. 255. 490. 546. 662.

Beck, Dr. R., Sectionsgeologe in Leipzig 347.

Berghaus, Major a. D. 706.

Brauns, Prof. Dr. D., in Halle 67.

Ceyp, A. J., in Wien 598.

Förster, Prof. Dr. Wilhelm, Director der Kgl. Sternwarte zu Berlin 18. 228. 526. 691.

Ginzel, F. K., Astronom am Rechen-institut zu Berlin 60. 130. 131. 133. 206. 258. 498.

Holden, Prof. Edward, S., Director der Lick-Sternwarte auf Mount-Hamilton 437. 501.

Jesse, O., in Steglitz 263. 428.

Kleiber, Joseph, in St. Petersburg 53. 117.

Lehmann-Filhés, Dr. M., in Berlin 471.

Meyer, Dr. Max Wilhelm, in Berlin 31. 103. 167. 216. 295. 333. 419. 475. 532. 646. 694.

Mohn, Prof. Dr. H., Director des norwegischen meteorolog. Instituts in Christiania 385. 457. 509. 584. 638. 676.

Rottok, Admiralitätsrath E., in Berlin 356. 594.

Samter, Dr. Heinrich, in Wolfenbüttel 40. 287.

Scheiner, Dr. J., Astronom am Astrophysikal. Observatorium zu Potsdam 197. 612. 667.

Schiaparelli, Prof. J. V., Director der Kgl. Sternwarte in Mailand 1. 85. 147.

Schwahn, Dr. P., in Berlin 110. 191. 655. 713.

Seeliger, Prof. H., Director der Kgl. Sternwarte bei München 323. 394.

Sherman, O. T., Baltimore 577.

Sohncke, Prof. L., in München 445. 515. 572.

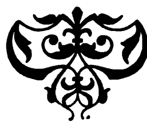
Stelzner, Prof. A. W., in Freiberg 160.

Wagner, Dr. Ernst, Assistent des Kgl. meteorolog. Institus zu Berlin 64. 319. 379. 402. 463. 497. 609.

Weinek, Prof. Dr. L., Director der K. K. Sternwarte in Prag 557. 625.

Weinstein, Dr. B., Privatdozent in Berlin 234. 360.

Zittel, Prof. R. v., Director der paläontologischen Staats-Sammlung in München 413.



Inhalt des ersten Bandes.

Essais.

Feuilleton.

Mittheilungen.

Bibliographisches.

Den mit einem * versehenen Artikeln sind erläuternde Abbildungen beigegeben.

Namen- und Sachregister
zum ersten Bande.





Ueber die beobachteten Erscheinungen auf der Oberfläche des Planeten Mars.

Von
Prof. J. V. Schiaparelli,
Direktor der königl. Sternwarte zu Mailand.[1])

I.

Schon seit mehr als zwei Jahrhunderten ist die Oberfläche des Mars der Gegenstand teleskopischer Beobachtungen gewesen, und die ersten Zeichnungen seiner Flecke stammen bereits von Huygens und Hooke. Diese Flecke wurden anfänglich zur Bestimmung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Planeten um seine Achse oder seiner Tageslänge verwendet; aber sie scheinen seitdem nicht mehr der Gegenstand fleissigen Studiums gewesen zu sein, obschon Cassini, Maraldi und Bianchini sehr bemerkenswerthe Beobachtungen über sie angestellt haben. Die ersten, welche den Planeten einer einigermassen fortgesetzten und sorgfältigen Durchforschung unterzogen, waren W. Herschel und Schröter. W. Herschel hat sich jedoch hauptsächlich darauf beschränkt, die Richtung der Achse, die Dauer der Umdrehung und die Erscheinungen der weissen Polargebiete zu studiren, scheint aber nicht beabsichtigt zu haben, in ein Spezialstudium der Flecken und ihrer Eigenthümlichkeiten einzugehen. Ein solches Spezialstudium ist dagegen der Hauptzweck von Schröters ausgedehnten Arbeiten gewesen, welche sicherlich eine epochemachende Wichtigkeit in der Marsbeschreibung oder Areographie hätten erlangen können, wenn sie mit einer besseren Methode ausgeführt und von weniger vorgefassten Ideen geleitet worden wären. Ueberzeugt, in den Marsflecken nichts Anderes als fortwährend veränderliche Bildungen von meteorologischem Charakter zu

[1]) Aus dem italienischen Texte des Manuskriptes übersetzt durch die Redaktion und revidirt vom Verfasser.

sehen, mass der Beobachter von Lilienthal der topographischen Erforschung der verschiedenen Regionen des Planeten keinen so hohen Grad von Wichtigkeit bei, wie erwünscht gewesen wäre; die Art, wie er seine Zeichnungen auslegte, war oft irrig, und wir können wohl behaupten, dass wir diese Zeichnungen weit besser verstehen, als es ihm unter solchen Umständen möglich war.

Als wahren Begründer der Marsbeschreibung müssen wir dagegen J. H. Mädler ansehen, der mit einem kleinen Fraunhofer-schen Fernrohre von $3\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung die Hauptflecken des Mars weit besser als alle seine Vorgänger sah und beschrieb. Mädler war der erste, der durch geeignete Beobachtungen die Lage einiger Hauptpunkte des Planeten bestimmte und im Jahre 1830 eine Karte derselben veröffentlichte, die, obwohl noch sehr unvollständig und nothwendigerweise auf wenige Hauptflecken beschränkt, als ein beachtenswerthes Denkmal von Fleiss und Sorgfalt angesehen werden muss und für die Topographie des Mars das vorstellt, was die Karte des Eratosthenes für die irdische Geographie war. Diese Karte blieb mehr als 30 Jahre lang nicht allein die beste, sondern sogar die einzige: erst um das Jahr 1860 fing man an neue Fortschritte von einiger Wichtigkeit in der Erforschung des Planeten zu machen, und zwar hauptsächlich durch die Arbeiten von Secchi, Dawes, Kaiser und Lockyer. Seit jener Zeit, und speciell wohl seit der so gut beobachteten und so günstigen Opposition des Jahres 1862, begann ein sehr emsiges Studium, welches noch jetzt fortdauert, und, wie wir hoffen wollen, erst dann aufhören soll, wenn die vielfachen sonderbaren Mysterien dieses Planeten völlig entschleiert sein werden.[2])

Aus der Vergleichung aller alten und neuen Beobachtungen hat sich als erstes wichtiges Resultat ergeben, dass man die dunklen Flecken des Mars als fest in ihrer relativen Lage und als unveränderlich in ihren allgemeinen Umrissen betrachten kann. Wir können z. B. noch sehr wohl die „Syrtis Magna“ in den Zeichnungen von Huygens (1659), das „Mare Cimmerium“ und das „Mare Sirenum“ in denen Maraldis (1704) und die als „Hesperia“ bezeichnete Gegend in denen Bianchinis (1719) wiedererkennen; die im Vergleich zu dem, was man jetzt sieht, gefundenen Unterschiede, kann man gänzlich der Unvollkommenheit der

---

[2]) Eine vollständige Auseinandersetzung der areographischen Arbeiten bis zum Jahre 1873, begleitet von einer kritischen und vergleichenden Erörterung aller bis zu jener Epoche erlangten Resultate, findet man in dem wichtigen Werk von Terby: Aréographie ou étude comparative des observations faites sur l'aspect physique de la planète Mars depuis Fontana (1636) jusqu'à nos jours (1873) (Mém. Acad. Belg. Sav. Etrang. vol. XXXIX 1875).

Fernrohre jener Zeit zuschreiben. Auch die Lage der Hauptpunkte, welche in drei verschiedenen Epochen von Mädler (1830), von Kaiser (1862) und von mir (1877) bestimmt wurden, ist völlig übereinstimmend, und die kleinen Unterschiede überschreiten nicht die wahrscheinliche Wirkung der Irrthümer, die man bei solchen Beobachtungen erwarten kann.

Aber die Unveränderlichkeit der Marsflecken darf nicht absolut und etwa in so strengem Sinne verstanden werden, wie sie z. B. für den Mond stattfindet. Die fortgesetzte Beobachtung hat gezeigt, dass viele Theile der Oberfläche des Planeten ihre Farbe innerhalb gewisser Grenzen ändern und die Sonnenstrahlen je nach der Zeit mit verschiedener Intensität zurückwerfen können. Die Umrisse der dunklen Flecke können Verschiebungen erleiden, die freilich sehr gering im Vergleich mit den Dimensionen des Planeten und der Flecke selbst, aber gleichwohl unzweifelhaft sind, und dieselben Umrisse können auch manchmal mit grösserer und manchmal mit geringerer Schärfe begrenzt sein. Viele feine Einzelheiten sind in gewissen Epochen mehr sichtbar als in gewissen anderen, auch wenn man von dem unvermeidlichen Einfluss der verschiedenen Umstände der Beobachtungen absieht, und können auch relativ bemerkenswerthe Aenderungen in ihrem Aussehen erleiden, die jedoch nicht genügen, um die Identität des betrachteten Gegenstandes zweifelhaft zu machen. Endlich hat Mars eine Atmosphäre und über seiner Oberfläche spielt sich eine Gesammtheit von Erscheinungen ab, die man nach Analogie mit irdischen Verhältnissen als meteorologische bezeichnen kann, obwohl sie allem Anschein nach sehr verschieden von allen derartigen Phänomenen, die wir auf der Erde beobachten, angeordnet sind. Die Gesammtheit aller dieser Abwechselungen verleiht dem Studium des Planeten ein viel grösseres Interesse, als wenn alles auf ihm unveränderlich und unbeweglich wäre. Der Planet ist keine Wüste trockenen Gesteins, er lebt, und die Entwickelung seines Lebens offenbart sich in einem sehr complicirten System von Erscheinungen, und ein Theil dieser Erscheinungen umfasst Gebiete von genügender Ausdehnung, um sie den Erdbewohnern sichtbar zu machen. Da giebt es eine ganze Welt von neuen Dingen zu erforschen, die in hervorragendem Masse geeignet sind, die Wissbegierde der Forscher herauszufordern, und in der Arbeitsstoff für viele Fernrohre und viele Jahre im Ueberfluss vorhanden sein wird. In der That sind diese Erscheinungen so verschieden und mit unendlich vielen Kleinigkeiten derart verwickelt, dass nur ein genaues und vollständiges Studium derselben wird in denselben das Gesetzmässige erkennen lassen und das Mittel geben, mit einiger

Wahrscheinlichkeit bestimmte Schlüsse über die Ursachen der Phänomene und die physische Beschaffenheit des Planeten zu ziehen.

Man darf sich jedoch nicht verheimlichen, dass einem solchen genauen und vollständigen Studium Schwierigkeiten mannigfacher Art in den Weg treten. Von den Veränderungen an der Marsoberfläche sind einige langsamen Charakters (wie z. B. die periodischen Zu- und Abnahmen der weissen Polarflecken) und die Phasen derselben lassen sich relativ leicht verfolgen. Aber es giebt noch andere raschere Veränderungen, die sich im Zeitraum weniger Tage vollziehen, und wieder andere gewissermassen plötzliche, deren Wirkung von einem Tage zum andern sehr sichtbar ist: derartig ist z. B. das räthselhafte Phänomen der Verdoppelungen. Und endlich kommen Erscheinungen vor, deren Periode sich augenscheinlich nach der täglichen Umdrehung des Planeten richtet. Um den Mechanismus aller dieser Veränderungen gut zu verstehen, würde es nöthig sein, auf dem Mars eine Reihe ununterbrochener Beobachtungen anzustellen, wenigstens während eines Zeitraums, der genügt, um den Planeten in allen Theilen seines tropischen Umlaufs um die Sonne prüfen zu können. Diese Bedingung wird nicht allein durch die Nothwendigkeit auferlegt, die nördlichen und südlichen Polarflecke in den Epochen zu erforschen, in denen die Neigung der Achse am günstigsten ist, sondern auch noch durch die wohl nicht mehr zweifelhafte Thatsache, dass ein Theil der in Frage stehenden Phänomene sich nach der Periode der Jahreszeiten des Planeten richtet.

Nun ist freilich eine derartige erschöpfende Prüfung überhaupt gar nicht möglich, nicht nur für einen isolirten Beobachter, sondern auch für mehrere, wenn sich dieselben in einer enge begrenzten Region der Erdoberfläche, wie in Europa, vereinigen sollten. Ich werde in Bezug hierauf dasjenige sagen, was sich aus meiner eigenen Erfahrung ergiebt. An den so spärlichen Tagen, an denen diese höchst schwierigen Beobachtungen möglich sind, dauert die Periode guter Fernrohrbilder im allgemeinen nicht mehr als zwei oder drei Stunden in der Abenddämmerung und im Anfang der Nacht. Hieraus folgt, dass es an einem gegebenen Tage selten glücken wird, mit genügender Leichtigkeit mehr als ein Viertel der Oberfläche des Planeten beobachten zu können. Und da sich ja die Rotation des Mars sehr wenig von der der Erde unterscheidet, so vollzieht sich die Veränderung der Gegenden, die der Beobachtung zugänglich sind, langsam von einem Abend zum andern, so dass ein und derselbe Punkt des Planeten acht oder zehn Abende hinter einander beobachtet werden kann. Dieser Vortheil wird

jedoch durch den höchst schwer wiegenden Nachtheil aufgewogen, dass die Rückkehr desselben Anblicks der Flecke zu denselben Stunden mittlerer Sonnenzeit sich in der sehr langen Periode von ungefähr 38 Tagen vollzieht. Folglich wird jenes Gebiet, das man 8 oder 10 Tage lang hinter einander hat studiren können, (wenn die irdische Atmosphäre es gestattet hat,) nach diesen einen ganzen Monat lang der Beobachtung unzugänglich bleiben; und nach seinem Vorübergang wird eine sorgfältige Forschung manchmal sehr bedeutende Veränderungen zur Gewissheit machen, deren Epoche anzugeben und deren Gang zu studiren nicht möglich gewesen sein wird. Wenn dann (wie es oft geschieht) in den acht oder zehn Tagen, die zur Erforschung jenes Gebiets hätten dienen können, das Wetter schlecht war, so werden vielleicht mehr als zwei Monate vergehen, bevor man dasselbe von neuem prüfen kann; und so wird es sich sogar manchmal ereignen, dass eine ganze Opposition vorübergeht, ohne dass man günstige Gelegenheit gehabt hat, ein gegebenes Gebiet ausreichend zu erforschen. Um allen diesen Schwierigkeiten zu begegnen, giebt es nur ein einziges Hilfsmittel, nämlich über verschiedene Stellen der Erde eine gewisse Zahl von Beobachtern so zu vertheilen, dass in jedem gegebenen Augenblick wenigstens einer von ihnen den Planeten in genügender Höhe und zu einer Ortszeit über dem Horizonte hat, die für die Erlangung eines guten Bildes desselben günstig ist.

Dies ist indessen noch nicht alles. Man kann auf dem Mars zweckdienliche Beobachtungen nur dann anstellen, wenn er der Erde genügend nahe steht, und für die Erforschung der schwierigsten Einzelheiten (die zugleich die interessantesten sind) muss sein scheinbarer Durchmesser mindestens 10″ bis 12″ betragen. Diese Bedingung ist nur wenige (drei oder vier) Monate hindurch um die Oppositionszeiten herum (d. h. wenn Mars der Sonne gerade gegenübersteht) erfüllt, welche sich nachher nur in Zwischenräumen von ungefähr 26 Monaten wieder darbieten. Jede Opposition kann uns also nur über den Zustand des Planeten während eines geringen Bruchtheils seines periodischen Umlaufs in Kenntniss setzen. Glücklicherweise ist dieser Bogen der Bahn nicht immer derselbe, weil, wenn eine gegebene Opposition in einen gewissen Punkt der Marsbahn fällt, die folgende Opposition in einem um ungefähr 48° heliocentrischer Länge weiter vor uns liegenden Punkte erfolgt. Hieraus ist leicht zu ersehen, dass, um den Planeten unter allen möglichen Neigungen der Achse und in allen seinen Jahreszeiten zu verfolgen, ein Cyclus von sieben bis acht Oppositionen hinter einander nöthig ist, welcher Cyclus einmal ums

andere 16 Jahre dauert.[3]) Wenn nun die Erscheinungen des Mars alle genau periodisch wären und sich nach der tropischen Umlaufszeit richteten, so liesse sich hoffen, eine Geschichte derselben mit genügender Vollständigkeit und Genauigkeit mit den über einen oder einige jener Cyclen ausgedehnten Beobachtungen zu erlangen. Wenn man aber nach alle dem urtheilen soll, was man bisher gesehen hat, so scheint es, dass die angeführte Periodizität nur im grossen und ganzen stattfinde und in Bezug auf die kleinsten Einzelheiten nicht strenge constant sei, ungefähr wie es mit den meteorologischen Erscheinungen auf der Erde geschieht, wo die Veränderungen des Wetters von einem Jahre zum andern sich nur im allgemeinen gleichen. Und auf diese Art ist es möglich, dass die Aufgabe, eine fortgesetzte und zusammenhängende Geschichte der Marsphänomene zu erlangen, nur auf unvollkommene Weise zu lösen sei.

Dies sind Hindernisse rein astronomischen Charakters. Viel schwerwiegender noch sind diejenigen, welche von der schlechten Beschaffenheit des Wetters und der Ruhelosigkeit der irdischen Lufthülle abhängen. Die von mir hier in Mailand gemachte Erfahrung zeigt, dass man kaum alle 8 oder 10 Abende hoffen darf, einmal eine hinreichend gute Atmosphäre zu haben, und manchmal vergehen volle Monate, ohne dass man eine genügende Beobachtung erlangen kann. Viel seltener noch sind die Abende mit vollkommen guten Bildern, in denen man die ganze Kraft eines Instrumentes, wie es unser Merzscher Achtzehnzöller ist, ausnutzen kann. Gleichwohl steht zu erwarten, dass, wenn man etwas besser, als es bisher geschehen ist, die Beschaffenheit der Klimate in Beziehung auf die Bestimmtheit der Fernrohrbilder studirt, man mit der Zeit dahin gelangen wird, derartige Hindernisse auf ein Minimum zu reduciren. Schliesslich hat die Erfahrung gelehrt, dass die Schwierigkeit, die von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Instrumenten erlangten Resultate zusammen zu ordnen und unter einander vergleichbar zu machen, an sich ein sehr schwer wiegendes Hinderniss bildet, welches vielleicht wird verschwinden können, wenn die Himmelsphotographie bis dahin fortgeschritten sein wird, dass sie sich auf so feine Einzelheiten anwenden lässt, wie jene, die wir auf dem Mars mit unseren heutigen guten Fernrohren enthüllen können.

Ich habe mir erlaubt, die Schwierigkeiten, welche ein sorgfältiges und erschöpfendes Studium der Marsphänomene bietet, so weitläufig auseinanderzusetzen, in der Absicht, zum Verständniss zu bringen, wie unvollständig und fragmentarisch die Resultate eines einzigen Beobachters

[3]) Die Periode, welche die Opposition des Mars zum selben Punkte seiner Bahn zurückführt, beträgt 15,92 Jahre.

sein müssen, selbst wenn er mit einem ausgezeichneten Instrumente versehen und entschlossen ist, alles zu opfern, um sich keine gute Gelegenheit entgehen zu lassen. Das lässt sich in erster Linie auf die Resultate anwenden, von denen ich auf den folgenden Seiten eine Zusammenstellung zu geben wage, und über welche man zum grossen Theil unglücklicherweise keine bestätigenden oder wenigstens vergleichbaren Forschungen von anderen Beobachtern besitzt.

II.

Betrachtet man die Regionen des Planeten im allgemeinen, so kann man sie in zwei Klassen eintheilen. Die erste ist diejenige, deren Theile in einer hell leuchtenden Farbe erscheinen, welche für gewöhnlich dunkelgelb oder orange, jedoch zeitweilig und je nach der Oertlichkeit, einerseits wechseln kann zwischen allen Nüancen von Gelb bis zum reinen Weiss, andererseits zwischen allen Tönen, die zwischen Rothorange und einem tiefen Roth denkbar sind, das man mit dem des stark gebrannten Ziegelsteins oder vielleicht besser mit der Farbe von stark abgenutztem Leder vergleichen kann. Die zweite Klasse ist diejenige der dunklen Regionen, welche die Flecken im eigentlichen Sinn bilden, und deren Grundfarbe als eine Art Eisengrau erscheint, in allen irgend möglichen Abstufungen von tief Schwarz bis zu einer Farbe, welche sich wenig von Aschgrau unterscheidet. Im allgemeinen machen die Regionen der zweiten Klasse den Eindruck grösserer Dunkelheit als die ersteren, aber es kommt auch vor, dass in dem Farbenwechsel, welchem viele Theile des Planeten unterworfen sind, die Regionen der ersten Kategorie eine ebenso tief rothe Färbung und jene der zweiten Kategorie einen ebenso hellen Ton annehmen, dass man nicht sagen kann, ob die einen oder die andern dunkler sind: mit einem Worte, es ist dann weniger die Rede von verschiedener Lichtintensität, als vielmehr von verschiedenen Farben. Demungeachtet bleibt der Unterschied zwischen beiden Arten von Regionen ziemlich permanent, mit einigen Ausnahmen, auf welche wir später zurückkommen werden. Und auf diese Unterscheidungen stützen sich die Benennungen „Länder“ oder „Continente“, welche in den Mars-Karten den Gebieten der ersten Art gewöhnlich beigelegt werden, und „Meere“, welche den Gebieten der zweiten Art gegeben sind. Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniss von der physischen Beschaffenheit des Planeten dürfen solche Benennungen nur als Hilfsmittel für unser Gedächtniss betrachtet werden, und als eine Art, den Vortrag klarer und präciser zu machen, gerade wie es mit den sogenannten Meeren des Mondes der Fall ist. Es genügt, einen

Blick auf die diesem Artikel beigefügten Karten zu werfen, um zu begreifen, welche Leichtigkeit und Genauigkeit des Verständnisses man erlangt, indem man zum Beispiel eine kleine gelbe Stelle, welche rings von dunklen Stellen umgeben ist, „Insel“, oder eine kleine dunkle Stelle, welche rings von hellen Stellen umgeben ist, „See“ nennt; oder „Meerenge“ eine schmale und lange Zone zwischen zwei gelben Gebieten; oder „Landenge“ eine enge gelbe Zone zwischen zwei dunklen Theilen. Ebenso schnell werden sich unserer Einbildungskraft die entsprechenden Begriffe für „Meerbusen“, „Vorgebirge“, „Halbinsel“, „Canal“ etc. einprägen, deren Bezeichnung sich sonst nur auf sehr unbequeme und ungenaue Weise durch Umschreibungen geben liesse. Für jetzt ist es also zweckmässig, für den Mars Bezeichnungen geographischer Begriffe in derselben Weise zu adoptiren, wie dieses bei dem Monde geschehen, indem wir es dabei einem genaueren und vollständigeren Studium des Thatsächlichen überlassen, zu entscheiden, ob und bis zu welchem Punkte und unter welchen Bedingungen jene Namen für den Mars der Wirklichkeit oder einer Annäherung an die Wirklichkeit entsprechen.[4])

Der Complex der Oberflächentheile der beiden Klassen, welche wir unter der angeführten Reserve Meere und Continente nennen werden, nimmt den grössten Theil des Planeten ein. Es giebt aber verschiedene Regionen, die, so viel wir bis jetzt wissen können, wenig ausgedehnt sind, deren Natur wechselt, weil sie zuweilen den Charakter von Meeresflächen, zuweilen von Continenten, zuweilen selbst von beiden zu gleicher Zeit repräsentiren. Solche sind unter anderen im „Mare Erythraeum“ die beiden mit „Deucalionis regio“ und „Pyrrhae regio“ bezeichneten Zonen und die „Hellas“ und „Noachis“ genannten Inseln. Von dieser Natur sind auch in der „Syrtis magna“ die Inseln „Japygia“ und „Oenotria“ und im allgemeinen alle jene Meerestheile, welche auf der Karte eine hellere Farbe als der übrige Theil haben. Das „Mare Cimmerium“ und das „Mare Acidalium“ haben jedes in ihrer Mitte eine derartige Fläche. Solche Regionen können je nach den verschiedenen Stellungen und Gesichtswinkeln ganz oder zum grossen Theil die verschiedenen Farbennüancen zeigen, welche auf den Continenten so wie auf den Meeren des Mars zu beobachten sind, indem sie derart eine Reihe von

[4]) Die auf unsere beiden Planigloben eingezeichneten Namen sind dieselben, von welchen ich in meinen Abhandlungen über Mars, veröffentlicht in den Atti dell'Academia dei Lincei, Gebrauch gemacht habe. Sie müssen als provisorisch betrachtet werden. Hoffen wir, dass mit der Zeit, wenn der Planet besser bekannt sein wird, alle Areographen eine übereinstimmende passende und besser erwogene Nomenklatur festzustellen im stande sein werden.

Uebergängen von ersteren zu den letzteren bilden. Ihr Charakter scheint, so weit ich bis jetzt beobachten konnte, nicht unter einander gleich zu sein. Einige scheinen sich mehr der Natur der Meere, andere hingegen jener der Continente zu nähern. Die Begrenzung zwischen solchen Regionen und den Continenten und umgebenden Meeren ist nicht immer bestimmt, sondern oft gehen dieselben durch unmerkliche Abstufungen von Licht und Farbe in einander über, so wie es in unseren Karten an verschiedenen Beispielen zu sehen ist.

Eine der hervorragendsten ist „Deucalionis regio", welche in einer zu einem rechten Winkel umgebogenen Halbinsel sich im „Mare Erythraeum" ausbreitet. Sie ist scharf begrenzt auf der an den Continent stossenden Seite, während sie sich auf allen andern Seiten allmählich in Schatten verliert. Ihre Farbe hält die Mitte zwischen derjenigen der Continente und jener der Meere und ist bald gelblicher, bald mehr ins Graue spielend. In der Nähe des Randes sah man sie bisweilen eine weissgraue Färbung annehmen. Immerhin jedoch schien sie mir hell genug, um sie auf dem umgebenden dunklen Grunde deutlich zu erkennen. Ein Gleiches kann man von der „Pyrrhae Regio" nicht sagen, welche so dunkel werden kann (besonders in dem nahe dem Continent gelegenen Theile), dass man sie zu Zeiten nicht vom Grunde des „Mare Erythraeum" unterscheiden kann. Mehr als alle andern in dieser Hinsicht bemerkenswerth ist die „Insula Cimmeria", ein langer Streifen, welcher auf Tafel II einen bedeutenden Theil des „Mare Cimmerium" der Länge nach einnimmt. Im Jahre 1877[5]) erschien dieses ganze

[5]) Es dürfte den Leser interessiren zu erfahren, welche Stellung des Mars mit jeder der verschiedenen Beobachtungen, von denen in diesem Artikel die Rede ist, correspondirt. Man kann das leicht aus nachfolgender Tafel ersehen, welche die Epochen der Solstitien und der Aequinoctien des Mars für den ganzen Zeitraum meiner Beobachtungen von 1877—88 angiebt.

1877	27. Sept.	Süd Solstiz.	1883	19. Mai	Süd Solstiz.
1878	6. März	Aequinoct.	1883	26. Octob.	Aequinoct.
1878	21. Sept.	Nord Solstiz.	1884	13. Mai	Nord Solstiz.
1879	22. März	Aequinoct.	1884	10. Nov.	Aequinoct.
1879	14. Aug.	Süd Solstiz.	1885	5. April	Süd Solstiz.
1880	22. Jan.	Aequinoct.	1885	12. Septb.	Aequinoct.
1880	8. Aug.	Nord Solstiz.	1886	31. März	Nord Solstiz.
1881	6. Febr.	Aequinoct.	1886	28. Sept.	Aequinoct.
1881	2. Juli	Süd Solstiz.	1887	21. Febr.	Süd Solstiz.
1881	9. Decbr.	Aequinoct.	1887	31. Juli	Aequinoct.
1882	26. Juni	Nord Solstiz.	1888	16. Febr.	Nord Solstiz.
1882	25. Decbr.	Aequinoct.	1888	15. Aug.	Aequinoct.

In den sechs von mir angeführten Oppositionen sind die Perioden der wirklich brauchbaren Beobachtungen folgende:

Opp. 1877 Sept. u. Octob.	Opp. 1884 Jan., Febr. u. März.
„ 1879 Octob., Nov. u. Decbr.	„ 1886 März u. April.
„ 1881—82 Decb., Jan. u. Febr.	„ 1888 Mai u. Juni.

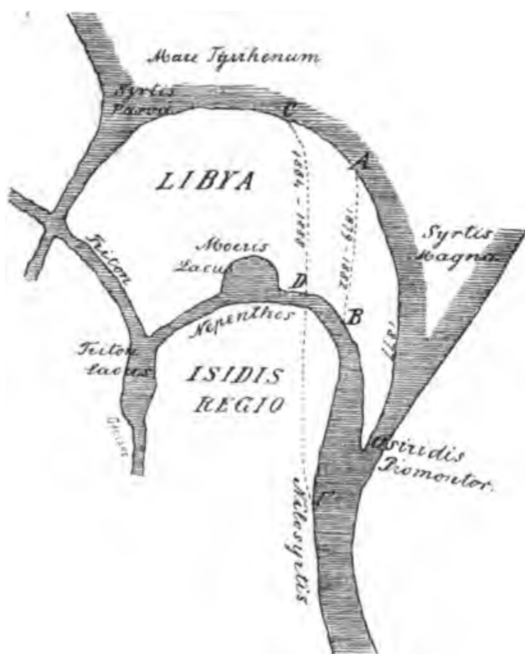
Meer von sehr dunkler Farbe und wurde sogar damals als eine der dunkelsten Stellen auf der ganzen Marsoberfläche bezeichnet. Im Jahre 1879 war dort keinerlei Veränderung wahrzunehmen, und es wurde nur bemerkt, dass die Farbe, obgleich immer noch sehr dunkel, es jedoch weniger war, als im Jahre 1877. Noch gegen Ende des Jahres 1881 machte dieser Fleck mit dem sie umschliessenden Gelb den lebhaftesten Contrast. Am 3. Februar 1882 aber, als jener Theil des Planeten sichtbar wurde, sah man zum ersten Male einen langen Streifen von gelbbrauner Farbe wie ein Komet geformt, welcher sich zwischen dem 205° und 235° Länge über mehr als 30° ausdehnte. Diese Beobachtung wurde an den aufeinander folgenden Tagen des 4., 5., 6. und 7. Februar deutlich wahrgenommen, während später sich keine Gelegenheit bot, jene Oertlichkeit gut zu beobachten. Während der Opposition von 1884 findet man über die „Insula Cimmeria" in meinen Tagebüchern gar keine Erwähnung mehr. In den Jahren 1886 und 1888 war jene Gegend unter sehr schiefem Winkel zu sehen, weshalb die Beobachtungen keine grosse Genauigkeit boten; der erhaltene Eindruck war der, dass die „Insula Cimmeria" sichtbar war.

Verwickelter, aber nicht weniger bemerkenswerth, sind die Veränderungen der grossen „Hellas" benannten Insel. Im Jahre 1877, gegen die Zeit des Südsolstitiums des Mars bildete diese Gegend eine runde oder sehr wenig längliche Insel von ganz regelmässiger Rundung, deren Durchmesser nicht weniger als 30° des grössten Kreises auf dem Mars betrug. Ihre Farbe war für gewöhnlich gelb und glänzender, wenn sie sich mehr am Rande der Scheibe als gegen den mittleren Meridian hin befand. Einmal (am 16. December 1877) habe ich sie fast so weiss und leuchtend gesehen wie die Polargegend; am 21. December jedoch war die ursprüngliche Farbe bereits wieder hergestellt. Während der Opposition 1879—1880 hatte sie noch eine annähernd runde Form, aber statt einer glänzenden Oberfläche zeigte sich ein getrübter und ungleichmässiger Glanz, der nach dem oberen linken Theile zu (im umgekehrten teleskopischen Bilde) matter wurde. Sie war von zwei deutlich sichtbaren Canälen oder dunklen Streifen durchkreuzt, deren einer etwa dem Meridian, deren anderer dem Parallelkreise parallel lief. (Von diesen Canälen wurde im Jahre 1877 nur der erstere schwach gesehen.) So erschien die Insel in vier Quadranten getheilt, von denen im Januar 1880 nur die unteren zwei gelb waren, während die anderen eine sehr viel dunklere Färbung hatten; von letzteren wiederum war der linke dunkler als der rechte. Auch in dieser Opposition (1879—1880) zeigte sich „Hellas" glänzen-

der (zuweilen weiss) gegen den Rand als gegen die Mitte der Scheibe hin. — Nach dem Augenmass erschien sie 1879—80 ein wenig kleiner als 1877. — Während der Opposition 1881—1882 zeigte es sich, dass sie bedeutend an Glanz verloren hatte; ihre Farbe war hellaschgrau, die Umrisse unbestimmt, und zuweilen erschien sie nur als eine verschwommene Wolke. Nur in wenigen Fällen und gegen den mittleren Meridian hin nahm sie eine gelbbraune Farbe an, wie die „Regio Deucalionis". Noch wurde sie von den beiden gekreuzten Canälen getheilt, aber ihre Dimensionen waren sehr vermindert, und das Meer hatte ihre Grenzen an verschiedenen Stellen mehr oder weniger eingenommen, so dass sie in eine trapezoide Form umgewandelt erschien, deren Ecken abgerundet waren, wie in Tafel I und II zu sehen ist. — In den folgenden Oppositionen zeigte sich „Hellas" in immer schieferer Lage zur Gesichtslinie; sie erschien gewöhnlich als ein weisslicher Fleck von nebligem Aussehen und wenig bestimmter Form. Ihr Durchmesser betrug gewiss nicht mehr als 12—15°. Zuweilen weisser und glänzender als gewöhnlich, hätte man sie mit dem südlichen Polarfleck vertauschen können.

Auch die „Libya" benannte Gegend scheint in gewisser Hinsicht zur Gattung der zuvor beschriebenen Regionen zu gehören; sie befindet sich unter dem Aequator und kann deshalb mit Leichtigkeit bei allen Oppositionen beobachtet werden, welches auch immer die Neigung der Achse des Planeten sein mag. Diese Gegend hatte im Jahre 1877 gegen das „Mare Tyrrhenum" und die „Syrtis magna" hin eine von einem eleganten und regelmässigen Bogen gebildete Begrenzung, die gegen Norden in einer langen und dünnen Spitze ihren Abschluss fand (Osiridis promontorium). Die Oberfläche dieser Spitze war von einem Schatten bedeckt, welcher um so stärker wurde, jemehr er sich dem äussersten Ende näherte. Gegen Norden war die „Libya" von einem beinahe halbkreisförmigen Canal begrenzt (Nepenthes), auf dessen Mitte oder Scheitelpunkt etwas wie ein grosser dunkler Punkt sichtbar wurde, welchem ich den Namen „Lacus Moeris" gab. (Siehe Abbildung auf Seite 12.) Im Jahre 1879 fand ich, dass ein Theil der „Libya" von der „Syrtis Magna" eingenommen war, so dass letztere bis an die Linie A B reichte; die Strecke der „Libya" rechts der Linie A B ursprünglich von gelber Farbe, war völlig schwarz geworden und in der grossen Dunkelheit des benachbarten Golfes verschwunden: das „Promontorium Osiridis" also abgeschnitten und gleichsam in nichts versunken, der Lauf des „Nepenthes" war abgekürzt und seine Mündung nach B verlegt, das Ufer an der „Syrtis Magna" zu einer anderen Krümmung reducirt und dem „Lacus Moeris" bedeutend näher ge-

rückt. Endlich war der verwaschene Schatten, welcher 1877 das „Osiridis promontorium“ bedeckte, bis zur Mitte der „Libya“ vorgeschritten, indem er zugleich den „Lacus Moeris“ einhüllte, der vorher ganz ausserhalb desselben lag. Der übrige Theil der „Libya“ (d. h. die linke Hälfte) hatte eine viel dunklere rothe Farbe als während der vorhergehenden Opposition. In den Jahren 1881—82 schienen mir die Dinge ungefähr auf demselben Punkte zu stehen; ich bemerkte, dass die Oberfläche der „Libya“, immer ins Rothe gehend, etwa aussah wie ein rauhes Gewebe, welches den Eindruck machte, als ob es voller ganz kleiner Flecke wäre, die jedoch nicht deutlich von einander zu trennen waren. Bei der Opposition von 1884 war das Uebertreten der „Syrtis“ weiter fortgeschritten bis zur Linie C D F, wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, sodass sie die „Libya“ um ein grosses Gebiet, wie auch die „Regio Isidis“ um ein geringes verkleinert hatte. Der „Lacus Moeris“, welcher sich im Jahre 1877 in der Mitte des „Nepenthes“ befand, lag nunmehr fast unmittelbar an dessen Mündung. Statt eines schön gekrümmten Bogens bildete die „Libya“ zwischen der „Syrtis Magna“ und dem „Mare Tyrrhenum“ einen Vorsprung, welcher nunmehr einem Winkel mit abgestumpfter Ecke glich. Auch im Jahre 1884 behielt sie, abgesehen von der dunkleren Farbe, welche sie vor den umschliessenden Continenten auszeichnete, das gewebeartige oder flockige Aussehen, gerade als ob jenes Gebiet von unzähligen kleinen Flecken bedeckt wäre, welche in einander verschwammen. — Während der Opposition von 1886 erschien mir die Sachlage im allgemeinen von der 1884 beobachteten nicht verschieden; ich muss jedoch bemerken, dass die Beobachtungen dieses Theiles vom Wetter nicht sehr begünstigt waren. Im Mai 1888 endlich erschien die „Libya“ nahe dem mittleren



Die Landschaft Libya auf dem Planeten Mars.
Beobachtet von J. V. Schiaparelli.

Meridian sehr verdunkelt, wie solches auch bei den von Herrn Perrottin in Nizza gemachten Beobachtungen zu sehen ist.[6]) In der Nähe des rechten Randes der Marsscheibe jedoch war sie in den Tagen des 6., 7. und 8. Mai von schmutzig weisslicher Farbe, welche Erscheinung die Uebereinstimmung dieser Region mit anderen kurz zuvor besprochenen vervollständigt. Der „Lacus Moeris“ blieb, wenngleich nur sehr schwer, sichtbar; er befand sich ganz nahe an der rechten unteren Ecke der „Libya“, nahe bei der Mündung des „Nepenthes“ in der „Syrtis Magna“. Zu verschiedenen Malen zeigte sich die „Isidis Regio“ (unterhalb des „Nepenthes“) sehr hell, und der Contrast mit der bräunlichen Farbe der „Libya“ wurde dadurch um so auffälliger. Während dieser selben Opposition war die Farbe der „Syrtis Magna“ nicht so schwarz wie bei den vorangegangenen Oppositionen von 1877—1884, sondern von einem mehr hellen Grau (ausser in einigen kleinen Streifen, auf welche näher einzugehen jetzt nicht angezeigt ist), so dass zwischen der „Libya“ und der „Syrtis Magna“ wohl eigentlich kein grosser Unterschied in Bezug auf Helligkeit bestand, wenn auch die Färbung nicht dieselbe, und die Grenzlinie zwischen beiden immer ziemlich deutlich war.'

Ich könnte aus meinen Tagebüchern mehrere andere Berichte von analogen Fällen ausziehen; aber die beiden angeführten Beispiele von „Hellas“ und „Libya“ dürften einen hinreichenden Begriff von dieser Art von Veränderungen geben. Die Reihenfolge der berichteten Ereignisse ist in beiden Fällen in der Zeit zwischen den sechs Oppositionen, welche elf Jahre umfassen, beobachtet worden. Man möge jedoch hieraus nicht den Schluss ziehen, dass diese Umwälzungen langsame und von säcularer Natur d. h. von langen Perioden seien. Vielmehr ist es möglich, ja, in einzelnen Fällen sehr wahrscheinlich, dass die angeführten Thatsachen sich bei jeder Umdrehung des Mars periodisch wiederholen. Da aber jede Opposition des Mars diesen an einem um 48° der Länge gegen die vorhergehende Opposition vorgeschrittenen Punkte der Bahn finden lässt, (wie man oben gesehen hat,) so sind von einer Opposition zur anderen die Jahreszeiten des Planeten um circa ein Achtel der ganzen Periode fortgeschritten; und dadurch ist uns die Möglichkeit geboten, die Erscheinungen auf dem Mars Schritt für Schritt zu verfolgen, obgleich ja allerdings ein Theil der beobachteten Erscheinungen einer Umdrehung, und der folgende der nächsten Umdrehung angehört. Auf gleiche Weise könnte ein Meteorologe die jährliche Bewegung des

[6]) Comptes Rendus de l'Académie des Sciences 14. Mai, 18. Juni und 16. Juli 1888.

Klimas einer Region studiren, indem er die Beobachtungen der einzelnen Monate auf verschiedene Jahre vertheilt und zum Beispiel seine Notirungen im Januar 1888, im Februar 1889, im März 1890 u. s. w. und die letzten im December 1899 macht.

III.

Die in den Gebieten zweifelhaften Charakters bemerkte Eigenthümlichkeit, dass sie manchmal in den schiefen Lagen in der Nähe der Ränder des Planeten heller sind als im Centralmeridian, erstreckt sich auch auf einige Gebiete von rein continentalem Charakter. In dieser Hinsicht sind die beiden polygonalen oder fast runden Gebiete, welche auf der Karte mit den Namen „Elysium“ und „Tempe“ bezeichnet sind, einer besonderen Hervorhebung würdig. Viel häufiger werden diese Gebiete weiss mit einem mehr oder weniger leuchtenden Glanze, wenn sie auch immer viel weniger als die weissen Polargebiete glänzen. Aber ein derartiges Weiss ist häufiger, wenn diese Regionen in der Nähe des Randes der Marsscheibe sich befinden, und oft habe ich es selbst dann beobachtet, wenn wenige Stunden vorher oder nachher dieselben Gebiete bei ihrem Durchgange durch den Centralmeridian nichts Ungewöhnliches gezeigt hatten. Ganz besonders interessant sind die analogen Veränderungen der Insel „Argyre“, die zu gewissen Gelegenheiten am Rande so glänzend geworden ist, dass sie die Beobachter täuschte, welche oft geglaubt haben, in ihr einen Polarfleck wahrzunehmen. Diese Insel und ihr starker Glanz war bereits von Dawes im Jahre 1852 bemerkt worden und sie wird von den englischen Marsforschern mit dem Namen „Dawes' Snow Island“ bezeichnet. In der Nähe des Centralmeridians habe ich sie dagegen oft von gelber und auch von dunkelrother Farbe gesehen. Für ähnlich halte ich die Natur der anderen kleineren und südlicheren Nachbarinsel, die auf der Karte mit dem Namen „Argyre II“ bezeichnet ist, deren Dasein sich mir am 8. November 1879 offenbarte, als sie am linken Marsrande nur wenig schwächer als das Polargebiet erglänzte, während sie sich beim Durchgang durch den Centralmeridian von trüber rother Farbe und von sehr geringer Helligkeit zeigte.

Ausser diesen Farbenänderungen, die von der täglichen Umdrehung abhängen, bemerkt man in den continentalen Gebieten noch andere ähnliche Aenderungen von langsamerem Charakter, welche manchmal sehr ausgedehnte Regionen umfassen. So z. B. leuchtete in den Jahren 1877—79 die ganze grosse Region, die unter dem „Mare Sirenum“ zwischen den Meridianen von 120° und 170° sich bis 40° nördlicher Breite erstreckt, weit mehr als die anderen continentalen

Gebiete, besonders in dem oberen dem eben genannten Meere benachbarten Theile. Spuren von dunkleren Streifen waren ausserordentlich unbestimmt und schwer erkennbar. Im Jahre 1882 erschien dieser Theil mehr gelb, und es war möglich, darin (obschon mit grosser Mühe) ein verwickeltes System dunkler Linien zu erkennen, wie auch (obwohl weniger vollkommen) in den Jahren 1884 und 1886. Dagegen war dieselbe Region im Jahre 1888 von neuem heller und weisser, und nicht ohne Mühe war es möglich, eine Spur der in den vorhergehenden Oppositionen beobachteten Linien zu erkennen.

Zu dieser Klasse gehören auch die von mir in den Jahren 1877—82 über einen kleinen hellweissen Fleck angestellten Beobachtungen, welcher an dem linken Ende des „Nepenthes" unter einer Länge von 269° und unter einer nördlichen Breite von 17° lag. Ich sah diesen Fleck zum ersten Mal am 14. September 1877 unter einem Durchmesser von ungefähr 8° und in beinahe quadratischer Gestalt; er war glänzender, als irgend ein anderer Theil des Planeten, dabei wohl begrenzt, und ich habe kein Bedenken getragen, ihn an Weisse mit den südlichen Polarflecken zu vergleichen; er war noch am darauffolgenden 14. October sichtbar. Genau dasselbe an derselben Stelle wurde während der folgenden Opposition vom November 1879 bis zum Januar 1880 beobachtet: die Grösse war ungefähr dieselbe, nur erschien mir seine Figur beinahe rund. Erstaunt über seine Beständigkeit gab ich ihm den Namen „Nix Atlantica". In der Opposition 1881—82 wurde er von neuem gesehen, vom November bis zum März jedoch nicht immer mit gleicher Leichtigkeit; er zeigte Unterschiede im Aussehen und Schwankungen im Glanz, die vielleicht nicht immer dem verschiedenen Zustande des Fernrohrbildes zuzuschreiben waren. Aber in den folgenden Oppositionen habe ich ihn vergeblich aufgesucht, und er war auch im gegenwärtigen Jahre wieder unsichtbar. Wenn sein Erscheinen sich nach der Periode der Jahreszeiten des Mars richtet, so sollten wir erwarten, ihn in den Oppositionen 1892—97 wieder zu sehen, und es lässt sich leicht beurtheilen, von welcher Wichtigkeit sein Wiedererscheinen für die Erforschung der physischen Konstitution des Planeten würde werden können. — Es zeigte sich auch noch ein ähnlicher, wiewohl viel kleinerer und schwieriger zu sehender Fleck („Nix Olympica") mit grosser Dauerhaftigkeit während der Opposition von 1879 an der mit 129° Länge und 21° nördlicher Breite bezeichneten Stelle; sein Durchmesser konnte 4° oder nicht viel mehr betragen. Er ward in anderen Oppositionen nicht gesehen, weder vorher noch später. Andere Flecke von mehr oder weniger lebhafterem und mehr oder weniger reinerem Weiss pflegen sich bald hier, bald dort in

verschiedenen Theilen der continentalen Gebiete zu zeigen, im allgemeinen wenige Tage lang und ohne irgend welches in die Augen fallende Gesetz. Das hat sich während der letzten Oppositionen öfters längs des rechten Ufers der „Syrtis Magna“ ereignet, und an der Küste, die von diesem zum „Sinus Sabaeus“ geht, sowie an mehreren anderen Stellen. Manchmal zeigt sich ein bemerkenswerther Theil der Planetenscheibe mit weissen Flecken gesprenkelt, wie es z. B. am 18. und 19. Januar 1882 in den Ländern zwischen dem „Ganges“ und der „Iris“ und am 31. Januar desselben Jahres in dem zwischen „Nilosyrtis“ und „Indus“ enthaltenen Raume sich ereignet hat; auch ist es vorgekommen, dass weisse Streifen sich in der Gestalt von regelmässigen Gürteln mit gleichförmiger Breite, die etwas schief von Nordost nach Südwest unter geringer Neigung gegen die Meridiane gerichtet waren, ausbreiteten: Erscheinungen, über welche mehr ins Einzelne gehende Bemerkungen in meiner dritten Denkschrift nachzulesen sind.[7])

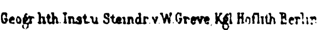
Auch die Meere bieten sehr merkliche Aenderungen in der Färbung, aber langsamer und regelmässiger. Soweit die von mir angestellten Studien gelangt sind, wage ich zu behaupten, dass sie beim Uebergang vom Centralmeridian zu den schiefen Stellungen unter dem Einfluss der täglichen Bewegung ihre Farbe nicht wechseln. Wieder und wieder habe ich die Farbenänderungen der Insel „Argyre“ verfolgt, die mit zunehmender Schiefe der Gesichtslinie von dunkelroth zum glänzendsten Weiss überging, ohne dass irgend welcher Wechsel in der Farbe und der Dunkelheit der umliegenden Meere sich bemerkbar gemacht hätte. Dasselbe habe ich auch mehr als einmal beim Inselchen „Oenotria“ in der „Syrtis Magna“ beobachtet. Diese Thatsache beweist, dass die Oberflächen der sogenannten Meere in gewissem Sinne verschiedenartig von den anderen bisher betrachteten Regionen sind, und jedenfalls muss man dieselbe als eine fundamentale bei der Erforschung der physischen Natur des Mars ansehen. Aber es ist nicht weniger gewiss, dass man von einer Opposition zur andern in den Meeren sehr merkliche Farbenveränderungen wahrnimmt. So sind das „Mare Cimmerium“, das „Mare Sirenum“ und der „Lacus Solis“, die man in den Jahren 1877—1879 unter die dunkelsten Räume des Planeten rechnen konnte, in den späteren Oppositionen fortschreitend immer weniger schwarz geworden, und neulich (1888) waren sie von einem Hellgrau, das kaum genügte, um sie bei der in weit höherem Grade schiefen Stellung, in der sich alle drei befanden, zur Sichtbarkeit zu bringen. In den vorgenannten Jahren

[7]) Atti Acad. Lincei Serie IV. Vol. III; §§ 556, 557, 563, 567.

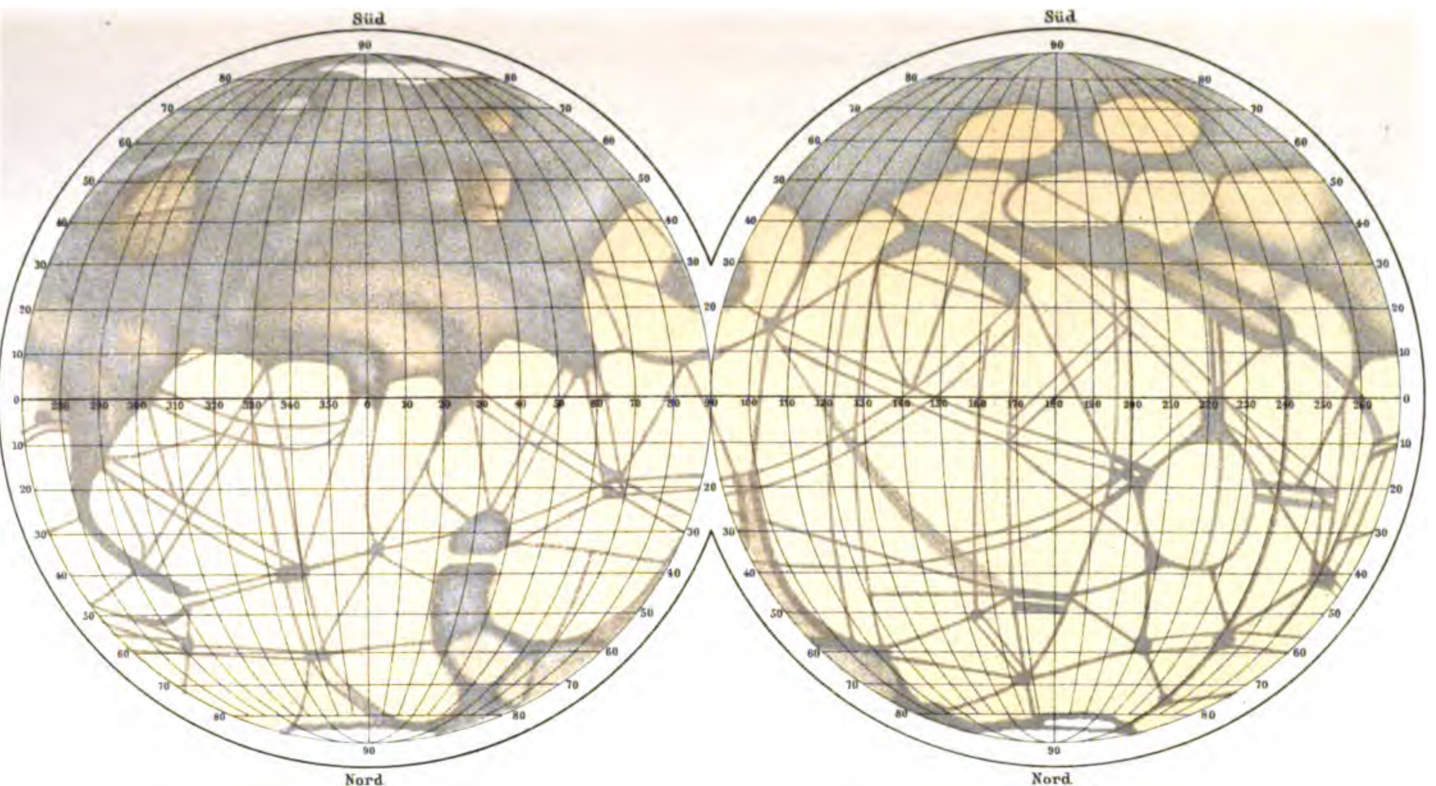
Uebersichts-Karte des Planeten Mars

mit seinen dunkeln Linien im einfachen (nicht verdoppelten) Zustande,
beobachtet während der sechs Oppositionen von 1877-1888

von J. V. Schiaparelli.



Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith. Berlin

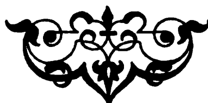


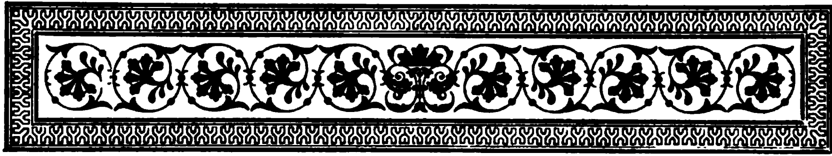
Die Verdoppelungen der dunkeln Linien auf dem Planeten Mars,
nachgewiesen hauptsächlich während der Oppositionen von 1882 und 1888
von J. V. Schiaparelli.

Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith. Berlin

1877—1879 waren die „Syrtis Magna“ und die „Nilosyrtis“ sehr schwarz, aber im Jahre 1888 war die „Nilosyrtis“ unverändert, während die „Syrtis Magna“ (bis auf einen kleinen Strich unterhalb der Mündung des „Nepenthes“ und einige andere sehr eng begrenzte Zonen) so hell geworden war, dass sie sehr wenig gegen die umliegenden Gebiete, namentlich gegen „Libya“ abstach. Sehr hell war auch das „Mare Erythraeum“ geworden, mit Ausnahme seiner drei Meerbusen „Sinus Sabaeus“, „Margaritifer Sinus“ und „Aurorae Sinus“, welche daher nicht als drei Meerbusen desselben, sondern vielmehr als drei grosse isolirte Seen hätten bezeichnet werden können. Zu demselben Zeitpunkte waren dagegen das „Mare Acidalium“ und der „Lacus Hyperboreus“ sehr dunkel; dieser letztere schien in der That ganz schwarz, obwohl er unter einer nicht geringeren Schiefe wie die „Syrtis Magna“ und die obenerwähnten südlichen Meere erschien. Es ist also unzweifelhaft, dass der Zustand derjenigen Gebiete, welche man „Meere“ nennt, nicht constant ist, und vielleicht findet auch hier eine Veränderung statt, welche mit den Jahreszeiten des Planeten im Zusammenhange steht.

(Schluss folgt.)





Ueber die Ziele der Popularisirung der Naturwissenschaften im Hinblick auf die Zeitschrift „Himmel und Erde."

Von

Prof. Dr. Wilhelm Foerster,
Director der königlichen Sternwarte zu Berlin.

Eine neue Zeitschrift auf populär-naturwissenschaftlichem Gebiete! Giebt es nicht deren in Deutschland schon so viele, dass sie sich gegenseitig die Existenz verkümmern? Und nun gar auf dem litterarischen Weltmarkte? Sind nicht die trefflichen Weltblätter, welche in England, Frankreich, Nordamerika die Fahne der Naturwissenschaften hoch halten, auch in Deutschland so beliebt und so verbreitet, dass für alle Richtungen naturwissenschaftlichen Interesses in der Laienwelt und für alle Bedürfnisse nach bequemer und stetiger Orientirung, welche auch der naturwissenschaftliche Fachmann ausserhalb seines eigentlichen Arbeitsgebietes hat, ausreichend gesorgt zu sein scheint?

Es würde einer neuen Zeitschrift übel anstehen, auf Bemerkungen und Fragen obiger Art mit einer Kritik der vorhandenen Organe populär-naturwissenschaftlicher Darstellung zu antworten. Gewiss sind unter allen diesen Organen viele ganz ausgezeichnet geleitete, welche in ihrer Weise zu erreichen, geschweige denn zu übertreffen, sehr schwer sein würde.

Und ob unsere Ansichten über die Lücken und Mängel der in Deutschland bestehenden periodischen Litteratur auf populär-naturwissenschaftlichem Gebiete und unsere eigenen Absichten hinsichtlich dessen, was auf diesem Gebiete noth thut, berechtigte und gesunde sind, wird an erster Stelle der Erfolg zu beweisen haben.

Ich will mich daher aller ins Einzelne gehenden Seitenblicke auf die litterarischen Erscheinungen, in deren Kreis unsere Zeitschrift eintritt, enthalten und mich darauf beschränken, im allgemeinen die Gesichtspunkte darzulegen, welche bei ihrer Begründung massgebend gewesen sind.

Die am 3. März 1888 zu Berlin ins Leben getretene Gesellschaft Urania hat sich laut Statut die Verbreitung der Freude an der Natur-Erkenntniss zur Aufgabe gestellt.

Diesem Zwecke soll auch die vorliegende von der Gesellschaft herausgegebene Zeitschrift dienen und zwar in einer nach manchen vorliegenden Erfahrungen zweckmässig erschienenen Einschränkung auf die Gebiete der Astronomie, der Geodäsie, Geophysik, Geographie und Geologie, sowie auf diejenigen physikalischen und chemischen Forschungen, welche mit jenen Zweigen der Naturwissenschaft oder mit den experimentellen Veranstaltungen der Gesellschaft in näherer Beziehung stehen.

Die besondere Fassung der Ziele der Gesellschaft, durch welche die Haltung der Zeitschrift bestimmt sein wird, beruht auf Erwägungen folgender Art.

Zur Erkenntniss gehört Denk-Arbeit, und der Verbreitung der Erkenntniss selber können daher nur solche Veranstaltungen unmittelbar dienen, welche mehr oder minder systematisch in pädagogischem Sinne zu der bezüglichen geistigen Arbeit anleiten, sei es der organisirte Unterricht von seinen Anfängen bis in seine höchsten idealsten Zweige, sei es der freie Selbstunterricht mit Hülfe der Litteratur von den strengsten Lehrbüchern bis zu den populärsten Lehrdarstellungen.

Aber dazu, dass diese Arbeit wirklich vor sich gehe und als ihr Ergebniss wachsende Erkenntniss, d. h. sowohl das Verständniss des bereits von der Menschheit Erworbenen, als die Fähigkeit zur Mitwirkung an weiteren Erwerbungen sich verbreite, genügt es nicht, dass die vorerwähnten pädagogischen Veranstaltungen vorhanden sind und die ihnen zugewiesenen Verrichtungen ausführen, sondern es muss auch bei denjenigen, denen man mittelst der Anregung zu anhaltender und strenger eigener Arbeit Erkenntniss zuführen will, ein gewisser Grad von anhaltender Neigung zu der Leistung dieser Arbeit, ein gewisser, die natürlichen Hindernisse überwindender Zug zu derselben vorhanden sein oder hervorgerufen werden.

Mit anderen Worten, die aus der Erkenntniss gewinnbare Glückes-Empfindung, die Freude an derselben, muss die zur Erwerbung und Erweiterung der Erkenntniss unerlässliche Arbeit auf allen ihren Stufen wecken und beleben helfen. In den Anfängen kann diese Anregung nur durch solche Arten von Freude an der Natur-Erkenntniss, welche einen entsprechend geringen Grad von Kenntnissen voraussetzen, oder in der Pädagogik durch Zuhülfenahme anderer Wohlgefühle und innerer Belohnungen, insbesondere durch die Anrufung des Pflichtgefühls, geschehen; aber eine Pädagogik, welche unablässig mit blossen Anforderungen an letztere Quelle inneren Glückes, d. h. mit Autorität und Zwang zur Erkenntniss-Arbeit anspornt und es ver-

säumt oder verschmäht, den „umwölkten Blick“ des Lernenden zu öffnen „über die tausend Quellen neben dem Durstenden in der Wüste“, wie sie auf jeder neu erstiegenen Stufe der Erkenntniss rinnen, eine solche Pädagogik wäre eine Thorheit und eine Versündigung gegen die Menschen-Natur.

Möge es uns gestattet sein, letztere Betrachtung durch die Einschaltung eines der Praxis entnommenen Beispiels etwas näher zu erläutern.

Es giebt nicht viele allgemeinere Klagen in der Kulturwelt als diejenige über die „entsetzliche Dürre“ und die entsprechende Erfolglosigkeit des Mathematik-Unterrichtes in den Schulen.

Unzweifelhaft ist diese Klage im ganzen und grossen berechtigt. Es giebt zwar eine nicht geringe Anzahl von Lehrern, welche ihren begabteren Schülern echte Freude an der Entwickelung mathematischer Denk-Arbeit zu bereiten vermögen, und es giebt auch eine kleine Anzahl von Schülern, welche sogar bei der durchschnittlichen Art des gegenwärtigen — an sich tüchtigen und sachverständigen — Mathematik-Unterrichtes Freude an dieser Denk-Arbeit gewinnen; aber die ausserordentliche Kleinheit dieser Minoritäten von Lehrern und von Schülern ist das sicherste Zeichen, dass ein ernster Uebelstand auf diesem Gebiete wirklich besteht.

Für alle Zweige menschlicher Thätigkeit ist dies zu beklagen, aber am meisten für die Natur-Erkenntniss, für deren volles Verständniss und für deren Weiter-Entwickelung die Einführung in mathematische Denk-Arbeit die wesentlichste Voraussetzung bildet.

Gerade hier wird aber eine gesteigerte Verbreitung und Verwerthung der Freude an der Natur-Erkenntniss bei den Lehrern und bei den Schülern entscheidende Hülfe bringen.

Der Mathematik ist es eigen, dass sie ihren Jüngern, mit Ausnahme der in besonderem Sinne mathematisch begabten, erst auf ziemlich hohen Stufen des Lernens aus eigener Fülle heraus dasjenige Wohl- und Kraft-Gefühl gewährt, welches in anderen geistigen Disciplinen, insbesondere in den Naturwissenschaften, schon viel früher die Arbeit belohnt.

Grosse Mathematiker haben es deshalb schon längst für rathsam erachtet, beim mathematischen Lernen möglichst schnell von den Elementen zu höheren Stufen emporzusteigen und lieber von dort aus späterhin durch Rückschau und Wiederholung die Kenntniss der Elemente zu vervollständigen, als bei diesen gleich im Anfange zu lange zu verweilen und dadurch bei vielen Lernenden den unverwischbaren Eindruck der Oede und Willkür hervorzurufen.

Es steht dahin, wie weit jenes schnelle Emporsteigen beim Massen-Unterricht durchführbar ist. Dagegen ist es erfahrungsmässig schon bei den Elementen der Mathematik durchführbar, durch Anwendungen derselben auf praktisches Leben und Technik, ganz besonders aber auf die Natur-Erkenntniss in den Gebieten der Astronomie und Erdmessung, aber auch im allgemeinen in Physik und Chemie, das Lernen im hohen Grade zu beleben und zu belohnen, sobald der Lehrer selber von einer freudigen Anschauung der naturwissenschaftlichen Erfolge durchdrungen und in der Lage ist, einige ihrer eindrucksvollsten Ergebnisse auch bei den Lernenden unmittelbar zur Anschauung zu bringen.

Die mathematische Denk- und Forschungs-Arbeit selber hat sich zur Zeit im grossen und ganzen von der Anwendung auf die Natur-Erkenntniss entfernt und wenigstens in ihren Höhen eine Zeitlang solchen Gebieten mit Vorliebe zugewendet, welche man in besonderem Sinne als die „reine Mathematik" bezeichnen kann, weil sie sich in entzückender Folgerichtigkeit des Gedankens mit der Hervorbildung und Anordnung einer aus den Tiefen des Geistes an das Licht des Bewusstseins empordringenden unerschöpflichen Fülle von Gebilden und Formen beschäftigt, von denen viele zur Zeit für die Anordnung und Bemeisterung entsprechender Erscheinungen der Aussenwelt, also für die Natur-Erkenntniss, noch keine unmittelbare Bedeutung haben, wenngleich man auch bei diesen Forschungen, wie bei allen Ergebnissen konsequenten Denkens, auf künftige hohe Productivität selbst im unmittelbar praktischen Sinne vertrauen darf.

Die ganz eigenartigen Wohlgefühle jenes inneren mathematischen Schaffens haben aber jedenfalls aus naheliegenden Gründen für den Schulunterricht nur eine äusserst geringe Bedeutung, und man darf es daher als eine der wesentlichsten Ursachen der trotz aller Fortschritte der Mathematik noch immer so unbefriedigenden Erfolge des mathematischen Schulunterrichts betrachten, dass eine grosse Zahl der mathematischen Lehrer in den letzten Jahrzehnten von der reichen und geistvollen Entwickelung jener mathematischen Forschung, die ihnen im Universitäts-Unterricht mit besonderem Glanze entgegentrat, vorzugsweise ergriffen worden ist. Es wurde ihnen dadurch nicht blos das Interesse für die Anwendungen und die Erfolge der Mathematik in der Natur-Erkenntniss, sondern häufig sogar die Kenntniss der naturwissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse und damit auch die Fähigkeit, ihren Unterricht in obigem Sinne zu beleben, verkümmert.

Dies sind eben Entwickelungs-Erscheinungen, die man von höheren Gesichtspunkten ruhig verstehen kann, deren Uebel man indessen

nicht mit blosser Resignation betrachten darf, sondern mit Offenheit bekämpfen und zu heilen versuchen muss.

Und zu dieser Heilung werden eben solche Veranstaltungen beitragen, welche es auch den Unterrichts-Anstalten und der Lehrerwelt näher legen und erleichtern, auch die mathematische Heranbildung ihrer Schüler zur Erkenntniss-Arbeit durch die Freude an der Natur-Erkenntniss zu fördern.

Bevor ich das Wesen solcher Veranstaltungen näher erörtere, bitte ich mir noch für eine andere Nebenbetrachtung kurze Aufmerksamkeit zu schenken, welche mir an dieser Stelle nothwendig erscheint, um gewisse Einwürfe zu entkräften, welche schon bei den vorangehenden Darlegungen hinsichtlich der Freude an der Erkenntniss manchem Leser vor die Seele getreten sein werden.

„Freude“ im Sinne von Schillers Hymne gilt auch bei dem strengsten Moralisten als der Ausdruck für eine etwas höhere Ordnung von Antrieben und Wirkungen verglichen mit den für ganz niedrig erachteten Gebieten von Lust und Unlust; aber immer noch haftet auch der Freude etwas von dem Makel an, welcher in den Anschauungen der Ethik seit den Tagen der Epikuräer auf allen in Lust oder Unlust wurzelnden Beweggründen menschlichen Handelns lastet.

Nicht um der Freude, des Wohlgefühls, des Glückes willen, welches das gesetzmässige Erkennen der Menschenseele bereitet, soll man die zur Erkenntniss unerlässliche Arbeit auf sich nehmen, sondern, so lehrt man, wie das Gute lediglich um des Guten willen oder, in der Sprache der Religion, aus Liebe zu Gott gethan werden soll, ist auch die Wahrheit lediglich aus Liebe zur Wahrheit zu suchen.

Wenn man näher zusieht, ist in diesen weihevollen und durch ihr Alter ehrwürdigen Worten, welche aber mit den Gefahren der in allen absoluten Fassungen liegenden Intoleranz behaftet sind, kein anderer Gedanke enthalten, als dass es in der menschlichen Seele Wohlgefühle und Schmerzgefühle von sehr verschiedenem Grade der Vornehmheit und Würde je nach ihrer Reinheit, ihrer Stärke und besonders nach ihrer Dauer giebt, und dass die allervornehmsten diejenigen sind, welche sich aus der Harmonie der umfassendsten und dauerndsten Gestaltungen unseres Gedankenlebens, mit anderen Worten aus den höchsten Idealgebilden desselben auferbauen.

In die Fähigkeit und in die offenbare Bestimmung des Menschen, sich unter den Schutz dieser erhabenen Mächte des Seelenlebens vor dem niederen Zwange veränderlicher Lust und Unlust zu flüchten und dort höheren Frieden zu finden, setzt auch der Naturforscher den

höchsten Adel der Menschennatur, und zu jenen Mächten gehört mit einer unbeschreiblichen sittigenden Kraft die Freude an der Erkenntniss, im besondern auch diejenige an der Natur-Erkenntniss.

Es ist also jedenfalls ein tief sittliches Ziel, die Freude an der Natur-Erkenntniss in obigem Sinne zu pflegen und zu verbreiten. Ich denke sogar, um mich jetzt nicht allzulange bei so schwer wiegenden Betrachtungen aufzuhalten, später einmal in diesen Blättern zu zeigen, dass diese Fassung der Popularisirungs-Aufgabe überhaupt für die Beurtheilung der pädagogischen Bedeutung und des Kulturwerthes der Naturwissenschaften von Bedeutung ist.

Welches sind nun die oben erwähnten Arten jener Freude, welche auch den ersten Stufen jener Erkenntniss schon zugänglich sind?

Die voraussetzungsloseste Freude geniesst der Mensch auf dem Gebiete des Schönen. Wie aus einem gemeinsamen Glückesquell der Menschheit entspringend, geht diese Freude fast ohne bewusste Arbeit des Geniessenden aus dem blossen Eindruck auf die Sinne hervor.

Aber auch die Natur-Betrachtung bietet den Sinnen und der Einbildungskraft unmittelbar beglückende Eindrücke dar, welche zwar von denjenigen des vom Menschen geschaffenen Schönen sehr verschieden, oftmals viel mächtiger und grösser als diese, aber ihnen jedenfalls darin verwandt sind, dass die vorausgegangene und die gleichzeitige Denk-Arbeit, die ihr voller Genuss voraussetzt, nur sehr gering und einfach zu sein braucht.

Man kann sogar die Behauptung hören, dass die mit ernster Arbeit erworbene Natur-Erkenntniss das Glück des Naturgenusses vermindere, und dass demgemäss auch in rückwirkendem Sinne ein belebender Einfluss dieses Genusses auf jene Arbeit nicht stattfinde.

Bei näherer Erwägung der in dieser Beziehung leicht zu machenden Erfahrungen werden aber beide Behauptungen als gänzlich hinfällig befunden.

Sehr schwere und anstrengende Erkenntniss-Arbeit kann allerdings die körperlichen Voraussetzungen einfachen Naturgenusses trüben oder schwächen; aber die geistigen Voraussetzungen desselben werden durch jene Arbeit so gesteigert und bereichert, dass auch die Macht und Innigkeit reiner und einfacher Natur-Eindrücke dadurch in einem Grade wächst, welcher unzweifelhaft auch die belebenden Rückwirkungen der letzteren auf die Erkenntniss-Arbeit verbürgt.

Wirkungen dieser Art auf den Kulturmenschen werden noch dadurch erhöht, dass ihm solche Genüsse im allgemeinen seltener zu theil werden.

Es wird daher schon als eine in hohem Grade erhebende und

anregende Veranstaltung zu betrachten sein, wenn z. B. dem Grossstädter, welcher den gestirnten Himmel sonst fast gar nicht mehr zu sehen bekommt, zum Anblick desselben unter günstigen oder wenigstens unter solchen Verhältnissen und Umgebungen, welche die Ungunst gewisser natürlicher Bedingungen durch sonstige begleitende Anregungen aufwiegen, Anlass und Gelegenheit geboten wird. Schon hierdurch wird ihm eine Erhebung und Erquickung bereitet, welche erfahrungsmässig weitreichende Anregungen zu ernsterer Beschäftigung mit den diesen Eindrücken verwandten Gegenständen zur Folge hat.

Natur-Eindrücke von nicht so unmittelbarer und voraussetzungsloser aber wohl noch nachhaltigerer, dem Genusse des menschlich Schönen näher kommender Wirkung vermag die Naturforschung mit ihren durch jahrhundertlange Arbeit errungenen mächtigen Hülfsmitteln der Verfeinerung und Bereicherung der Wahrnehmung sowie der experimentellen Nachbildung von Natur-Erscheinungen, ja der Hervorrufung von Erscheinungen, die in der Natur in solcher Eigenart und Vollendung noch gar nicht wahrgenommen wurden, schon jetzt immer weiteren Kreisen der Menschen zu bieten.

In der Gewährung aller dieser edlen Genüsse, für welche die Gesellschaft Urania ihre Sternwarte, ihre mikroskopischen und experimentellen Veranstaltungen und ihr naturwissenschaftliches Theater eingerichtet, über welche Einrichtungen Herr Dr. Meyer weiter unten näher berichtet, lässt sich nun eine Vielartigkeit und eine gewisse Stufenfolge von Wirkungen erzielen, welche dem Zwecke des Ganzen, durch die Pflege der Freude an solchen Eindrücken zur Erkenntniss-Arbeit anzuregen, für die allerverschiedensten Vorbildungsstufen und Geistesbedürfnisse Erfüllung zu verheissen gestattet. Und zwar gilt dies von dem grossen oder sogenannten Sonntags-Publikum beginnend, welches blossen Lehr-Vorträgen naturwissenschaftlicher Art notorisch so abgeneigt ist, und welches nun in dem wissenschaftlichen Theater zunächst mit Bild- und Licht-Wirkungen ergreifender oder anmuthiger Art, bald unter diskretester, bald unter spannendster rednerischer Erläuterung unvermerkt in den Reichthum der Natur-Erkenntnisse eingeführt wird, bis hinauf zu den Schülern der höheren Schulen sowie zu der Lehrerschaft derselben, welcher letzteren in unsern Einrichtungen der Jungbrunnen zur zwanglosesten Erfrischung und Fortbildung ihrer naturwissenschaftlichen Orientirung geboten werden kann, und bis zu den vielen einsam arbeitenden Freunden der Natur-Erkenntniss, denen bisher die Mittel und Wege fehlten, zu allen den Veranschaulichungen zu gelangen, nach denen ihre eifrigen Studien hindrängten, und aus denen sie die entscheidendsten Förderungen ihres Selbstunterrichtes schöpfen werden.

Was unsere Zeitschrift in dieser Richtung zur Förderung des Zweckes der Gesellschaft zu thun hat, wird wesentlich darin bestehen, dass sie von den bezüglichen Veranstaltungen, von ihren Leistungen und ihrer Weiterentwickelung fortlaufend auch einem weiteren Kreise Kunde giebt und hierdurch zugleich eine grössere Anzahl von Forschern und Fachgenossen auf die dabei zur Sprache kommenden Erfolge und Aufgaben der Experimentir-Kunst im grossen aufmerksam macht und zur Mitarbeit anregt. Ausserdem wird die Zeitschrift auch an der unmittelbar genussreichen Veranschaulichung der Ergebnisse verfeinerter Wahrnehmungen und tieferer Forschungen durch Darstellung in Wort und Bild Antheil zu nehmen haben.

Selbstständigere Aufgaben aber werden der Zeitschrift in der Richtung des Gesellschafts-Zweckes im Sinne folgender Erwägungen zufallen.

So oft es gelingt, in den Ergebnissen sorgfältiger und ausdauernder Wahrnehmungen, Zählungen und Messungen gewisser noch räthselvoller Erscheinungen deutliche Beziehungen zu bekannteren und verständlicheren Erscheinungen oder auch nur eine Spur von Ordnung nach Folge oder Wiederkehr in Anknüpfung an bestimmte Punkte der Zeit oder des Raumes zu entdecken, und nun gar, sobald auf Grund aller solcher Beziehungen die Voraussagung des weiteren Verlaufes oder die Hervorrufung der Erscheinung gewagt wird und die Natur dann hält, was der Geist verspricht, wird die Seele von einem Wohlgefühl ergriffen, dessen Reinheit und Tiefe der sicherste Beweis dafür ist, dass hier eine höhere Bestimmung des Menschengeistes vorliegt.

Dies ist der schlichte unendlich fruchtbare Kern des sogenannten himmelstürmenden Wesens der Naturforschung.

Auf dem Wege, auf den die Leuchte jenes Wohlgefühls den Menschen seit Jahrtausenden gewiesen hat, wurden allmählich immer grössere Erfolge in der gedanklichen Nachgestaltung und der thatsächlichen Bemeisterung der Aussenwelt gewonnen, auf diesem Wege wurde eine umfassende Natur-Erkenntniss angestrebt, deren Grösse und deren Segen nicht den mindesten Abbruch dadurch erfährt, dass ihr in weitester Ferne des Denkens Grenzen gesetzt sind, Grenzen, innerhalb deren aber noch eine namenlose Fülle des Zugänglichen und sicher Erfassbaren jener segensvollen, ordnenden Arbeit des Menschengeistes harrt.

Die Ziele dieser unbestimmt begrenzten, aber sich stetig erweiternden Arbeit benennen wir mit dem hohen Namen „Wissen“ und „Erkennen“, und nicht etwa das Streben ins Absolute, welches die

Kindheitsstufen der Erkenntniss erfüllt, eben weil sie an Wohlgefühlen jener wahrhaft erquicklichen, fruchtbaren Art noch arm sind.

Was kann nun eine populäre Zeitschrift zu der Pflege und Verbreitung dieser Freude an methodischem Natur-Erkennen beitragen, welche anscheinend nur der strengen, hochentwickelten Forschung selbst zu theil wird und daher viel grössere Voraussetzungen hinsichtlich vorangegangener Denk-Arbeit macht als die vorher erörterten, den Eindrücken des Schönen nahestehenden Freuden.

Zunächst ist hier zu bemerken, dass lebenswarme Darstellungen des Entwickelungsganges bedeutsamer Forschungsergebnisse — und zwar nicht blos immer der neuesten, sondern aus allen Zeiten entnommener bis zu manchen in der Ferne der Zeiten fast entschwundenen hin — mit der Schilderung der bei allen Nöthen und Enttäuschungen doch so beseligenden Mühen bis zum endlichen Erfolge, sehr wohl geeignet sind, wahrhaft beglückend und anregend zu wirken. Um so stärker und nachhaltiger werden die sympathischen Wirkungen solcher Darstellungen sein, je besser es gelingt, geschichtliche und lebensgeschichtliche Blicke damit zu verbinden.

Aber auch ein grosses Gebiet von unmittelbaren Frohgefühlen obiger Art, reich an Anregungen zu förderlichster Arbeit, von eifriger Verständniss-Erwerbung bis zu nützlicher Mitarbeiterschaft an der Forschung selber, kann die Zeitschrift kultiviren helfen, indem sie unablässig darauf hinweist, dass es nicht blos die hohen Probleme, nicht blos die besonders gelehrter Vorstudien und schwieriger Veranstaltungen bedürftigen Erkenntniss-Arbeiten sind, welche jene wunderbar ergreifenden Forscher-Freuden gewähren.

In den verschiedensten Forschungszweigen werden, wie man leicht zeigen kann, stets zahllose Aufgaben vorliegen, bei deren Lösung man sich auch nach geringster Vorbereitung lediglich durch geordnete Aufzeichnung gewissenhafter Wahrnehmungen oder durch blosse Zählungen und sonstige einfachste Massbestimmungen in der nützlichsten Weise bethätigen kann. Und man kann dadurch ganz derselben Art von Glück, derselben Art von Körperlosigkeit und von Durchgeistigung ohne Leidenschaft theilhaftig werden, wie bei der tiefsten Forscher-Arbeit, bei welcher nur die Intensität dieser Wirkungen eine gesteigerte ist.

Das litterarische Organ der Gesellschaft Urania, welche übrigens in ihren eigenen Veranstaltungen auch Gelegenheit zur Erwerbung einer gewissen Kenntniss und Uebung in naturwissenschaftlicher Technik darzubieten beabsichtigt, wird im Sinne vorstehender Hinweisungen gern Rath ertheilen und Anschlüsse vermitteln, wenn Jemand

den Wunsch hegt, sich innerhalb des von dieser Zeitschrift umfassten naturwissenschaftlichen Gebietes an irgend einer Forschungs-Arbeit entweder mit voller Kraft oder auch nur in Mussestunden zu betheiligen und sich dadurch in die edle Gemeinschaft der eigentlichen Forscher-Freude einzufügen.

Ein noch am wenigsten angebautes grosses Gebiet der Thätigkeit für eine Zeitschrift, welche die Freude an der Natur-Erkenntniss verbreiten helfen will, besteht endlich in einer massvollen Gegenwirkung gegen alles dasjenige, was sowohl innerhalb der Wissenschaft als innerhalb der weiten Kreise, die an ihren Ergebnissen theilnehmen, dem Gedeihen und der Wirksamkeit jener vorerwähnten echten und reinen Frohgefühle hinderlich ist.

Der gegenwärtige Zustand ist in dieser Beziehung nicht gerade erfreulich. Der mächtige Eindruck des Glanzes, von welchem die Vorausbestimmungen der Astronomie und die grossen technischen Leistungen der gesammten Naturforschung umflossen werden, dauert zwar fort; aber die in allen Grenzgebieten dieser Forschung unvermeidlich obwaltenden Unklarheiten, Widersprüche und Unsicherheiten haben infolge des bedeutend gestiegenen Interesses an allen diesen Dingen in weiteren Kreisen eine Art von Ueberdruss erzeugt, welche in mannigfachen Zeichen zu Tage tritt, unter anderm in dem Anklange, welchen beim grossen Publikum gerade solche Stimmen finden, die sich mit einem gewissen Muthe von der Fachgenossenschaft loslösen und gegen dieselbe ankämpfen.

Im allgemeinen sind dies wohl Erscheinungen, die in dem grossen Drama der menschlichen Entwickelung niemals ganz fehlen dürfen; aber wenn dieselben eine unverhältnissmässige Geltung finden, kann man daraus stets auf das wirkliche Bestehen gewisser Uebelstände, wenn auch vielleicht ganz anderer, als der vorzugsweise bekämpften, schliessen. — Die Laienwelt nimmt den eifrigsten Antheil gerade an solchen Problemen der Erkenntniss, welche die schwierigsten und höchsten sind. Wäre die strenge Naturforschung nicht ganz andere Wege gegangen als dieses Laien-Interesse, und hätte sie nicht schrittweise zuerst die einfachsten und unscheinbarsten Aufgaben zu lösen gesucht, so gäbe es überhaupt noch keine solide Grundlage des Natur-Erkennens. Andererseits ist nicht zu verkennen, dass jener allgemein menschliche Drang nach den höchsten Dingen noch öfter und stärker fördernd als hemmend und trübend in die schlichte Arbeit der Wissenschaft eingegriffen hat.

Wie hat sich nun die Wissenschaft in solchen Grenzgebieten zu verhalten, in welchen sie zwar ebenfalls unablässig klärend arbeitet,

aber diejenigen Antworten, um welche sie unaufhörlich angegangen wird, unmöglich mit einiger Zuverlässigkeit und Uebereinstimmung ertheilen kann? Blosses Achselzucken hilft da nicht. Auch würde es nicht das Richtige sein, wenn innerhalb einer gewissen Fachgenossenschaft eine Art von Uebereinkommen über die Art und Weise geschlossen würde, in welcher solche Fragen zu beantworten wären; denn ein solches Uebereinkommen, obwohl dasselbe einen Theil der Uebelstände, nämlich die Widersprüche der Aeusserungen verschiedener Fachmänner über jene unsicheren Grenzgebiete vermindern könnte, würde andererseits bedenkliche Elemente der Unwahrhaftigkeit und Unfreiheit in sich bergen.

Das Beste wird es immer sein, wenn bei dieser unvermeidlichen Lage der Dinge gerade in einer populären Zeitschrift die verschiedenen Ansichten offen und eingehend zur Sprache gebracht und sorgfältig abgewogen werden, ohne dass man sich zu einer vorzeitigen Entscheidung hinreissen lässt, und wenn bei solchen Erörterungen vorzugsweise darauf Bedacht genommen wird, dass der Leser gleichzeitig mit der Unbefriedigung über eine solche Sachlage sich auch des schönen und frohen Besitzes gemeinsam errungener fester Grundlagen des Wissens bewusst wird, von welchem festen Boden aus selbst abenteuerliche Flüge in das Unbekannte gewagt werden dürfen.

Zu den wirklich vorhandenen und vermeidbaren Uebelständen, auf welche zeitweise ein übermässiges Anschwellen des Verdrusses über die unvermeidlichen Unsicherheiten hinweist, gehören, wie mir scheint, in erster Linie Mängel der Ausdrucksweise der Wissenschaft selber, welche in den weiten Kreisen des Lebens erschwerend und verstimmend wirken.

Jede Wissenschaft und jede Technik hat ein unabweisbares Bedürfniss nach einer grossen Anzahl schärfster und womöglich kürzester Bezeichnungen, welche am allerzweckmässigsten aus dem gemeinsamsten Wort- und Zeichen-Vorrath der Kulturvölker entnommen werden.

Wer an einer Wissenschaft als Mitarbeiter theil haben will, muss sich wenigstens innerhalb des besonderen Gebietes, in welchem er thätig sein möchte, diesem Bezeichnungswesen fügen.

Ganz anders steht es in dieser Hinsicht mit der Formulirung wissenschaftlicher Ergebnisse für das nichtfachmännische Interesse der Mitlebenden. Hier ist der wissenschaftliche Jargon so weit als irgend thunlich in seine logischen und sprachlichen Elemente aufzulösen, und wo dies ohne übermässige Umständlichkeit oder ohne Undeutlichwerden des Sachverhalts nicht angeht, thut man besser, mit einer

gemeinfasslichen Darstellung noch zu warten, bis die Dinge sich weiter geklärt haben, oder die Grösse der Sache und die Zweckmässigkeit ihrer wissenschaftlichen Terminologie ein näheres und strengeres Eingehen auf dieselbe rechtfertigt.

In dieser Beziehung wird von der populären Litteratur sehr häufig gefehlt, indem sie sich in dem Konkurrenzbestreben, von allem und jedem Neuesten der Forschung mitzureden, häufig sogar damit abgiebt, sehr unvollkommene und in der Entwickelung begriffene technische Ausdrücke der bezüglichen Forschungsgebiete, welche nur für die Technik, nicht für die Logik der Sache förderlich sind, mühsam zu erklären und dann unter Einführung derselben in einer höchst unerquicklichen Sprache zu reden, wie es z. B. nicht selten bei meteorologischen Darstellungen der Fall ist.

Es kommt hinzu, dass die Terminologie der Wissenschaften selber keineswegs immer etwas sehr vollkommenes ist. Die Technik der Forscher gewöhnt sich allmählich auch an sehr ungeeignete, im engsten Arbeitsgebiete ungefährliche, aber für weitere Kreise mit vielen Erschwernissen und Missverständnissen beladene Bezeichnungen. Die betreffenden Uebelstände innerhalb der Technik der Forschung sind in der Regel so gering, und die Organe zur erfolgreichen gemeinsamen Durchführung von Abänderungen althergebrachter Bezeichnungen noch so unentwickelt, dass Niemand an dieselben zu rühren wagt. Gerade hier können populäre Darstellungen auch für die Wissenschaft selber förderlich werden, indem sie bei Erörterungen, die für weitere Kreise bestimmt sind, die logischen und sprachlichen Unvollkommenheiten der wissenschaftlichen Bezeichnungsweise mittelbar oder unmittelbar ans Licht bringen.

Es ist nach allen vorstehenden Erörterungen kaum nöthig hinzuzufügen, dass die Nothwendigkeit, bei populären Darstellungen nicht blos im sprachlichen Ausdrucke, sondern auch in der gedanklichen Durchbildung den wissenschaftlichen Methoden und Ergebnissen den staubigen Arbeitsrock auszuziehen und eine gewisse Reinigung ihres Gewandes vorzunehmen, auch für das wissenschaftliche Denken selber nicht anders als höchst förderlich sein kann.

Indem ich Erörterungen dieser Art, denen sich noch vieles hinzufügen liesse, deren wesentliche Ziele aber wohl hinreichend zum Ausdruck gelangt sind, hiermit abbreche, darf ich wohl noch die Bemerkung hinzufügen, dass es nach allen menschlichen Erfahrungen sicherlich nicht gelingen wird, in der Zeitschrift „Himmel und Erde“ alle vorstehend erläuterten Absichten und Verheissungen sofort und ausnahmslos zur

Erfüllung zu bringen. Sehr oft wird selbst der wohlgeneigte Leser unserer Zeitschrift den Eindruck haben, dass Absicht und Ausführung weit auseinander liegen, aber wir hoffen, dass Erfahrung und Uebung und der Beistand eines reichen und erleuchteten Kreises von Mitarbeitern allmählich dazu verhelfen werden, wenigstens einen Theil der Absichten, die uns vorschweben, zu verwirklichen.





Die Veranstaltungen der Urania.

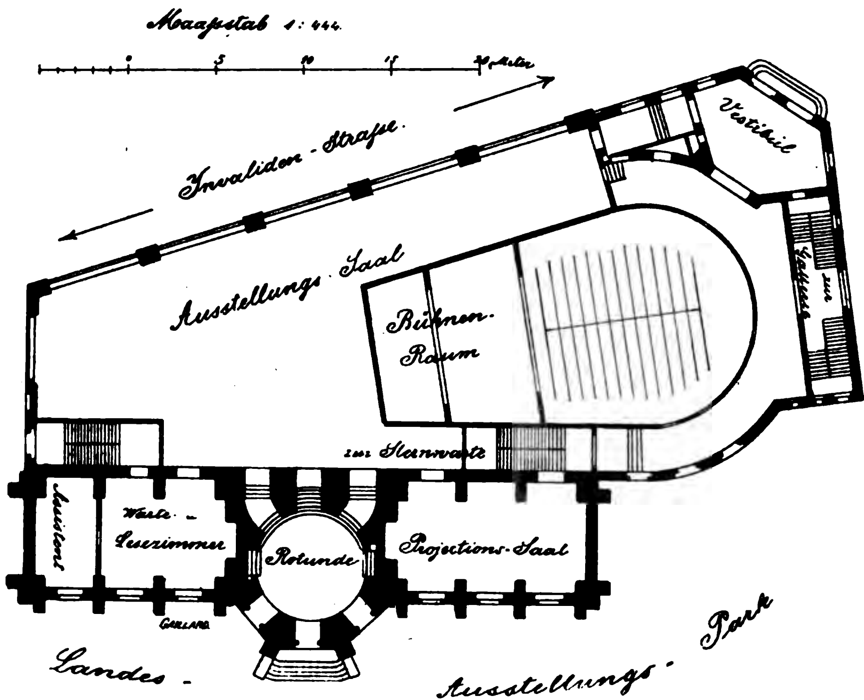
Von Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

Die mit gegenwärtigem Hefte ins Leben tretende Zeitschrift bildet bekanntlich nur einen Theil des Programmes der Gesellschaft Urania, welche zum Zwecke der „Verbreitung der Freude an der Naturerkenntniss" am 3. März laufenden Jahres ordnungsmässig als Aktien-Gesellschaft constituirt worden ist. Es erscheint deshalb nach den vorangegangenen allgemeinen Betrachtungen des Herrn Prof. Foerster über die pädagogische Nothwendigkeit einer solchen Schöpfung hier wohl am Platze, unseren Lesern einen kurzen Ueberblick über die concrete Ausgestaltung jener Ideen zu geben, wie sie sich in den Veranstaltungen der Urania bereits im kommenden Frühjahr darstellen wird.

Das Schaugebäude der Gesellschaft, welches gegenwärtig im Landes-Ausstellungspark am Lehrter Bahnhof errichtet wird, zeigt nach dem Park hin die auf der umstehenden Seite abgebildete Façade. Der hier nächst folgende Grundriss vom ersten Stockwerke (das Erdgeschoss enthält ausschliesslich Verwaltungs- und Diensträume) zergliedert sich deutlich in drei wesentlich verschiedene Abtheilungen, von denen die erste, vordere, als schwer massiver Bau, gekrönt von der grossen Kuppel, die eigentliche Sternwarte darstellt. Der zweite, in Eisenconstruktion ausgeführte Theil, welcher seine einfacher gestaltete aber grössere Front längs der Fluchtlinie der Invalidenstrasse hinerstreckt, enthält im wesentlichen einen grossen Saal, in welchem die Ausstellung von physikalischen Instrumenten und die Vorführung eindrucksvoller Experimente, schliesslich eine Reihe von Mikroskopen Platz finden soll; endlich der dritte Abschnitt des etwa 1050 qm umfassenden Gebäudes bildet das „wissenschaftliche Theater" und wird gleichfalls aus Eisenconstruktion hergestellt.

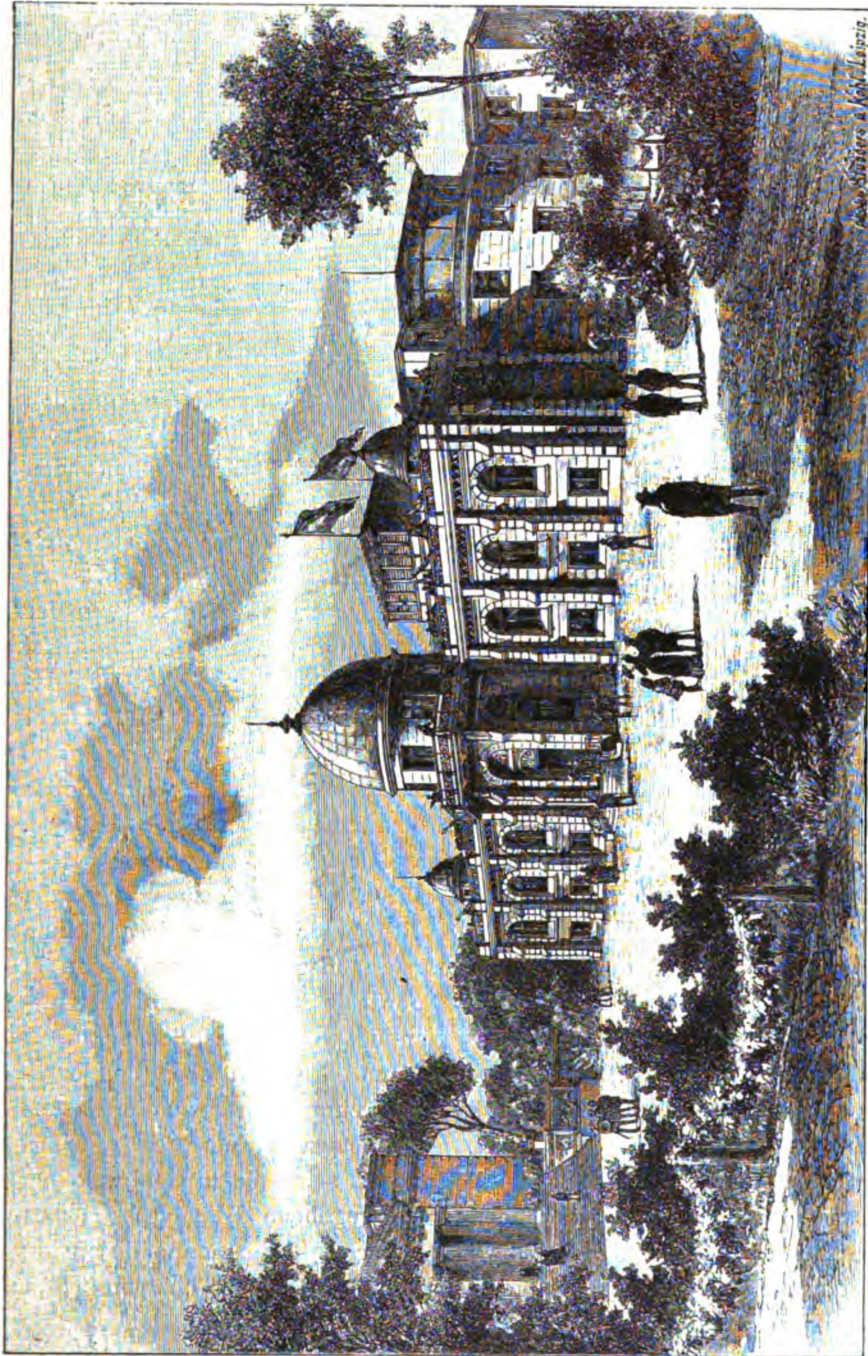
Entsprechend dem Programm unserer Gesellschaft, möglichst verschiedenen Kreisen der Bevölkerung die Freude an der Natur und das Verständniss für die tausendfältigen Vorgänge in derselben, von denen

unser Wohl und Wehe so unmittelbar und doch in den bei weitem meisten Fällen so wenig bewussterweise abhängt, zu erschliessen, wird dieses Theater die unterste Stufe bezeichnen, auf welcher die Errungenschaften strenger Forschung in möglichst reizvollem Rahmen zum Zwecke der ersten Anregung zur Naturbetrachtung geboten werden sollen. Sonnen- und Mondfinsternisse, Sternschnuppenschauer, riesige Kometen, von deren Erscheinen uns die Annalen der Sternkunde wunderbaren Aufschluss geben, ziehen hier, in ihren wechselnden Phasen lebendig dargestellt, inmitten malerischer Landschaften des



Grundriss des Urania-Schaugebäudes. Erdgeschoss.

Erdballs am Auge des Beschauers vorüber und erwecken die Begier, diese angestaunten Erscheinungen, die vor wenigen Jahrhunderten noch als unmittelbare Eingriffe göttlicher Gewalt in das Naturgeschehen gefürchtet wurden, in ihrer natürlichen Entstehung begreifen zu lernen. Begleitende Vorträge, denen diese decorativen Darstellungen als glanzvolle Illustrationen von plastisch natürlichster Wirkung beigesellt werden, geben eine erste noch völlig skizzenhafte Andeutung zur Erklärung der mit dem Auge des wissenschaftlich durchgebildeten Künstlers gesehenen Naturereignisse. Wir wollen uns hier damit begnügen aus dem reichen bereits der speziellen Bearbeitung vorgelegten



Das Schaugebäude der Urania.

Programm dieser Abtheilung des Urania-Unternehmens nur auf den astronomischen Bildercyklus hinzuweisen, dem meteorologische und geologische Cyklen folgen werden.

Zu Beginn des Vortrages versetzt uns die Scene in eine Landschaft der Umgebung Berlins während des Eintritts jener denkwürdigen Sonnenfinsterniss vom 19. August 1887, welche unser Land in ihre Schatten hüllte, ohne jedoch der zahlreich harrenden Menge alle die seltsamen Erscheinungen zu offenbaren, auf welche die astronomischen Schriftsteller vorher in lebendigen Schilderungen aufmerksam gemacht hatten. Enttäuscht, entmuthigt, erschlafft von der durchwachten Nacht mussten die Hunderttausende wieder heimkehren. Solcher Enttäuschung wird man sich in unserem „wissenschaftlichen Theater" nicht aussetzen und dieselben Erscheinungen unabhängig von den Launen des Wetters in ihrer natürlichen Reihenfolge an sich vorüberziehen sehen. Zuerst wird die Landschaft in dem dämmernden Lichte des nahen Sonnenaufgangs erscheinen; die Sonne wird dann in ihrer damaligen sichelförmigen Gestalt langsam zwischen dunkelrothen Wolken über den Horizont emporsteigen; die Sichel wird immer kleiner werden, bis endlich die schweren Gewitterschatten der Finsterniss über uns hereinbrechen. Nach kaum mehr als zwei Minuten, der damaligen Wirklichkeit entsprechend, verändert sich dagegen bereits wieder die Beleuchtung der Scenerie und bald darauf sehen wir diese selbe Landschaft im sonnigsten Lichte erglänzen. Was hier an uns vorüberzog, bildete aber nur eine einzelne Scene des astronomischen Schauspiels, das dem Besucher hier geboten wird. Während der Vortragende sich noch weiter über das seltene Ereigniss verbreitet, von welchem man soeben Zeuge gewesen zu sein glaubt, verwandelt sich die Scene, und der Beschauer wähnt sich auf einen Punkt im freien Raume versetzt. Die ungeheuere Erdkugel schwebt rotirend empor vor den strahlenden Thierkreis-Sternbildern des Hintergrundes. Der Mond, durch das Sonnenlicht vorüberziehend, wirft seinen Schatten auf unseren Planeten und lässt ihn über den europäischen Continent hinstreichen: Wir begreifen sofort, wie die Finsterniss zu stande kommen musste. Dann setzen wir unsere Reise fort und gelangen in die Nähe des Mondes; seine öden Gebirgsketten starren uns an. Das hierneben wiedergegebene Bild versetzt uns dorthin zu derselben Zeit, als wir auf der Erde die Sonnenfinsterniss sahen. Die Mondlandschaft liegt zum grössten Theil in tiefer Dunkelheit. Nur die höchsten Bergspitzen des Vordergrundes sind bereits grell von der Sonne beschienen. Am sternbesäeten Himmel leuchtet die Erde und wirft ihr Licht zurück auf den umnachteten



Eine irdische Sonnenfinsterniss vom Monde gesehen. Originalzeichnung von Wilhelm Kranz.

Mond. Der kleine schwarze Punkt auf der leuchtenden Scheibe der Erde bezeichnet die Stelle, wohin soeben die Spitze des Mondschattens fällt, wo also die vorhin beobachtete Sonnenfinsterniss herrscht. Unsere Reise geht inzwischen weiter zur Sonne selbst und zu den Planeten, deren Oberflächen nach den Ergebnissen der wunderbaren Forschungen unserer neuen Zeit dargestellt, an uns kreisend vorüberschweben; doch wollen wir die flüchtige Schilderung hier abbrechen.

Den nach dem Theater grössten Raum nimmt der „Ausstellungssaal“ ein. Hier sollen Instrumente, Apparate, Einrichtungen verschiedenster Art aufgestellt werden, welche die physikalischen Erscheinungen möglichst unmittelbar verständlich darlegen. Ganz besonders soll hier Rücksicht genommen werden auf diejenigen Vorgänge, durch welche die Naturkräfte dem Getriebe des täglichen Lebens dienen. Wir erkennen hier an geistvoll zusammengesetzten Apparaten, wie sich durch vielfältige Kreuzung der Schallwellen die Laute unserer menschlichen Sprache zusammensetzen. Alle die wunderbaren Erscheinungen des Lichts, seine unausdenkbar grosse Geschwindigkeit, seine Zerlegbarkeit in die tausend Farbennüancen, welche uns die umgebende Natur in so überaus reizvollem Gewande erscheinen lässt, die spektroskopischen Wunder, welche uns die chemische Zusammensetzung der Himmelskörper verriethen und andererseits heute schon längst für viele gewerbliche Thätigkeitsgebiete, wie im Bessemerprozess (Stahlfabrikation), bei der Untersuchung der Weine und anderer Flüssigkeiten auf ihre chemische Reinheit, eine immer wichtiger werdende Rolle spielen, und nicht minder die so herrlich farbenreichen Polarisationserscheinungen, die ebenfalls, beispielsweise bei der Zuckerfabrikation, industriell verwerthet werden, alle diese leuchtenden Dinge sollen in reizvoll durchsichtigem Gewande hier vor den Augen der Beschauer eindringlich von der Schönheit und Kraft der grossen Natur erzählen. Dann folgen die allüberall im Leben angewandten Erscheinungen der Wärme, welche in einem anderen Theile des grossen Ausstellungssaales ihre Wunder entfalten. Auseinanderlegbare Modelle von Wärmemaschinen erklären deren rastlos schaffende Thätigkeit; Eismaschinen ihre seltsame Wirkung. Und nun weiter die magnetische und elektrische Abtheilung, wo riesige Elektro-Magnete ihre mysteriöse Kraft über den Raum ausbreiten und die Elektrizität, die geschmeidige, ätherischglanzerfüllte Fee herrscht, die unsichtbar alles mit der unüberwindlichen Macht ihres Feuergeistes durchdringt und die Gedanken der Menschen verbrüdernd über alle Lande und den brausenden Ocean hin zum grossen Weltconcerte zusammenklingen lässt! Das elektrische Licht, welches ohnedies alle Räume des Urania-Gebäudes

erhellt, wird hier über seine Entstehung das eigene Licht verbreiten. Die chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes, die Elektrolyse, Galvanoplastik, deren Produkten wir überall im täglichen Leben begegnen, werden hier Jedem verständlich erklärt.

Aber damit sind die Sehenswürdigkeiten dieses Ausstellungssaales noch bei weitem nicht erschöpft. Eine ganze Welt von Wundern eröffnet sich uns hier durch die Vermittelung einiger fünfzig Mikroskope, welche den staunenden Blick in den ganz unerschöpflichen Reichthum an zierlichsten Formen, sinnreichen und zweckmässigen Organisationen oder abenteuerlich bizarren Einfällen aller Art dringen lässt, womit hier im unsichtbar kleinsten Raume die Natur wie spielerisch schafft und doch gerade hier das Grossartigste aufbaut und die furchtbarsten Geisseln webt, welche über ganze Nationen Krankheit und Tod verbreiten. Auch das wichtige Gebiet der mikroskopischen Untersuchung gefälschter Nahrungsmittel wird hier dem allgemeinen Verständniss näher gerückt werden.

Endlich soll der grosse Saal, welcher nach der Seite der Invalidenstrasse hin eine Frontlänge von 33 Metern bei einer theilweisen Tiefe von 15 Metern aufweist, eine permanente Ausstellung der Produkte unserer aufblühenden Präcisions-Mechanik beherbergen. Eine solche Ausstellung that längst noth, da die grossen Welt- oder Landesausstellungen diesen Industriezweig, dessen Ausbildung von fundamentalster Wichtigkeit für die Entwickelung der gesammten Naturforschung ist, der die praktische Mechanik ja das unentbehrlichste Handwerkszeug liefert, doch immer nur allzu nebensächlich behandeln konnten; denn es stellt sich für diese Produkte mehr als für alle übrigen die Nothwendigkeit der sachgemässen Erklärung ihres Gebrauchs heraus, für die im Rahmen der übrigen Einrichtungen des Urania-Unternehmens gebührend gesorgt werden kann. Die deutsche Präcisions-Mechanik, welche in den letzten Jahrzehnten die allerwichtigsten Fortschritte zu verzeichnen hat, bedarf durchaus einer solchen Heimstätte, in welcher der weite Umfang ihrer sinnreichen Erfindungen und minutiösen Ausführungen im Ueberblicke dargestellt werden kann. Diese Ausstellung und die damit zu verbindende Prüfungsstation für die ausgestellten Instrumente wird unstreitig von segenbringender Rückwirkung auf diesen Industriezweig sein, in dessen Gebieten menschlicher Scharfsinn und Erfindungsgeist bereits so grosse Triumphe gefeiert haben.

Aus dem grossen Ausstellungssaale führt der Weg zur Sternwarte, welche auf der Plattform des Gebäudes errichtet ist, nicht ohne bestimmte Absicht am sogenannten „Projektionssaale“ vorüber. Den Besuchern werden hier durch die erstaunlichen Hülfsmittel der neuen

Projektionskunst noch einmal im allergrössten Massstabe die mikroskopischen Wunder und die des gebrochenen Lichtes, durch fortlaufende Vorträge erläutert, vorgeführt, ganz besonders aber getreue photographische Nachbildungen der himmlischen Objekte dargestellt, an denen man vorweg auf alle diejenigen subtilen Details aufmerksam machen kann, die man oben auf der Sternwarte in natura, jedoch oft nur unter seltenen atmosphärischen Bedingungen nach nöthiger Schulung des Auges zum astronomischen Sehen zu beobachten im stande ist. Die Darstellungen des Projektionssaales halten deshalb alle diejenigen schadlos, welche vielleicht früher schon einmal eine Sternwarte enttäuschten Muthes verlassen haben, da es eben immerhin eine Glückssache mit der direkten Beobachtung des Himmels bleibt. Diese Vorsicht, die Wunder des Weltraums auf alle Fälle wenigstens in Projektionen den Schaulustigen vorführen zu können, wird unser Unternehmen über die gefährliche Klippe hinwegbringen, an welcher alle bereits vorher unternommenen Versuche, eine populäre Sternwarte zu begründen, scheitern mussten, und wird desshalb bereits die Abtheilung der Sternwarte mit den Projektionseinrichtungen auch allein, ohne die übrigen vielverzweigten Anlagen des Urania-Unternehmens, zu einem finanziell bestandfähigen gestalten.

Jene ersten Versuche zur Begründung einer „Volkssternwarte", welche verschiedentlich in Berlin unternommen und bald wieder aufgegeben worden sind, waren, abgesehen von den Calamitäten, welche das Wetter allen Sternwarten bereitet, auch namentlich aus dem Grunde nicht bestandfähig, weil diese Anstalten mit unbedeutenden Instrumenten ausgerüstet und nicht immer mit voller Sachkenntniss bedient worden sind.

Die Sternwarte der Urania dagegen wird neben geringeren das grösste und vollkommenste Instrument seiner Art besitzen, welches Berlin überhaupt aufzuweisen hat, und zu dessen Gebrauch bewährte Astronomen vom Fach anstellen. Die Linse des grossen Refraktors wird einen Durchmesser von 12 pariser Zollen haben und die Länge des Fernrohres 5 Meter betragen. Letzteres wird durch ein feines Uhrwerk dem täglichen Laufe der Sterne nachgeführt. Ein Mikrometer, nach allen Regeln der modernen Präcisions-Mechanik zu den subtilsten Messungen eingerichtet, fehlt selbstverständlich so wenig, wie alle Vorrichtungen zu spektroskopischen und photographischen Himmelsuntersuchungen. Ueber diesem Kunstwerke wölbt sich ein Kuppelbau von 8 Metern Durchmesser, der durch einen Druck gegen einen elektrischen Knopf seine Spalten selbstthätig öffnet und in diejenige Richtung dirigirt, nach welcher man

mit dem Riesenfernrohr ausblicken will. Ferner werden gegenwärtig Studien gemacht, um den ganzen Fussboden, auf welchem der Beobachter steht, zugleich mit allen auf ersterem befindlichen Nebenapparaten in die betreffende Augenhöhe emporzuheben, auf welche das Instrument jeweilig eingestellt ist, um auf diese Art den für den Ungeübten recht unbequemen sogenannten „Beobachtungsstuhl“ vermeiden zu können. So wird dieser Kuppelraum mit seinem grossen weltdurchdringenden Glasauge ein mechanisches Kunstwerk eindrucksvollster und überraschendster Art werden.

Neben diesem grössten Instrumente soll noch ein zweites von 6 Zoll Oeffnung gleichfalls unter einer drehbaren Kuppel von 4 Metern Durchmesser aufgestellt werden, und auch dieses immerhin noch zu den Fernrohren mit bedeutender Kraft zählende Instrument wird mit allen Feinheiten des Mechanik, Uhrwerk, Mikrometer ausgestattet sein. Dann folgt in der Stufenfolge der Präcision ein gleichfalls parallaktisch aufgestellter und mit Uhrwerk versehener Refraktor von 4 Zoll Oeffnung, ferner ein nach ganz eigenartigen, von Gauss zuerst angegebenen optischen Principien gebauter sogenannter „Kometensucher“ von 5 Zoll Oeffnung, endlich noch ein 6zölliges Spiegelteleskop, ein Passageninstrument und mehrere kleinere Fernrohre, welche letztere auch eventuell als Austellungsobjekte gelten können.

Man sieht, dass die Anstalt sich darauf vorbereitet, auch den Anforderungen der strengen Wissenschaft zu genügen, damit die reichen Mittel, welche hier verwendet werden, auch der letzteren direkt zu statten kommen können. Indirekt wird aber der Nutzen unserer hier flüchtig skizzirten Institutionen für die Wissenschaft unstreitig ein ganz wesentlicher werden müssen durch die lebendige, befruchtende Anregung, welche sie in jene weiten Schichten eines grossen Laienpublikums streuen werden, aus dem oft genug grosse Männer erwachsen sind, deren glühendes Interesse für die Naturforschung und deren durchdringender Erfindungsgeist ihre Keime und erste Nahrung keineswegs auf hohen Akademien gefunden haben. Man denke nur an die Herschel, Bessel, Faraday, Edison u. s. w. Wenn es neben der vielseitigen Freude an der Naturbetrachtung und der hohen Erquickung, welche die Befriedigung der Wissbegierde auch in den einfachsten Gemüthern erweckt, den Institutionen der Urania gelingen wird, im Laufe der kommenden Jahrzehnte Viele zu erwärmen und zu erfreuen und auch einige Samenkörner auf fruchtbaren Boden auszustreuen, dass sie in selbsständiger Schaffenskraft segenbringend aufkeimen, so ist unsere schönste Aufgabe erfüllt.



Astronomische Neuigkeiten.

Von **Dr. Heinrich Samter in Berlin.**

Es ist eine der grossen Fragen, welche die Geister in den letzten Jahrzehnten bewegt haben, wo die Sonne wohl den Ersatz hernimmt für die grossen Verluste, die ihre Energie durch ihre enorme Ausstrahlung fortwährend erleidet. Pouillets Messungen ergeben, dass unsere Erde von dem Tagesgestirn alljährlich nicht weniger Wärme empfängt, als zur Erzeugung von 300 Billionen Pferdekräften nöthig sind, dass die im Laufe eines Jahres verausgabte Sonnenwärme genügt, um einen 36 Meter dicken Eishimmel in der Entfernung der Erde zu schmelzen. Und Langleys Messungen mit dem Bolometer haben vor wenigen Jahren zu Angaben geführt, welche diejenigen Pouillets noch weit übertreffen, indem sie den grossen Bedarf zeigten, welchen die Atmosphäre bei der Aufnahme der Strahlungen aus dem Himmelsraume absorbirt. Noch wunderbarer als die ungeheure Wärmeabgabe ist aber die Thatsache, dass sich dieselbe, soweit sich unsere Studien in dieser Beziehung erstrecken, nicht merklich geändert hat. Zu den Zeiten der Pharaonen waren die Kultur der Dattelpalme und des Weinstocks in Aegypten und Palästina zu Hause, und sie sind es heute noch, obgleich nach Aragos berühmten Beweise, hinter welchen zwar jüngst durch Woeikof ein starkes Fragezeichen gemacht worden ist (siehe auch S. 64), 1° weniger im jährlichen Durchschnitte der Temperatur die Datteln nicht zur Reife kommen liesse und 1° mehr die Früchte des Weinstocks ausdörren würde. Auch Herr Aitken in Edinburg hat neuerdings gezeigt, dass man bei der Erörterung dieser Fragen einige Voraussetzungen gemacht hat, welche nicht durchaus nothwendig sind. Um nämlich jene merkwürdige Beständigkeit der Sonnenstrahlung während langer Zeiträume zu erklären, hat man bisher angenommen, dass die Temperatur der Sonne selbst im Verlaufe derselben ziemlich dieselbe geblieben sei. Und nun hat man nicht ganz mit Recht sich nach den Ursachen umgesehen, die eine solche Constanz der Sonnenhitze ermöglichen könnten, indem sie gegenüber den Verlusten durch Ausstrahlung fortwährend auf eine Vermehrung derselben hinarbeiten. Robert Mayer hat aus dem Fall von Meteormassen in die Sonne und Helmholtz aus der allmählichen Contraction des Sonnenballs diese Gegenwirkung

hergeleitet; Sir William Thomson aber hat unter der letzteren Annahme kürzlich bewiesen, dass, wenn Pouillets Messungen richtig sind, eine jährliche Zusammenziehung der Sonne um 35 Meter stattfinden müsse, falls hierdurch die ausgestrahlte Energie ersetzt werden soll; und die Langleyschen Arbeiten würden eine noch viel stärkere Contraction verlangen. Indess die Beständigkeit der Strahlung erfordert keineswegs, dass auch die Temperatur des Sonnenkörpers dieselbe bleibe. Diese kann nach Aitkens Ansicht sinken, während der Betrag der ausgestrahlten Energie sich nicht zu ändern braucht, ja sogar zunehmen kann. Die physikalische Beobachtung lehrt, dass bei derselben Temperatur die chemischen Elemente weniger Wärme als ihre Verbindungen ausstrahlen, und dass der Betrag der Strahlung zu wachsen scheint, wenn die Verbindungen beständiger werden. Wie aber haben wir uns die chemischen Zustände der Sonne zu denken? Soviel wissen wir, dass die innere Hitze des Sonnenkörpers viel zu hoch ist, als dass chemische Verbindungen sich bilden und bestehen könnten; nur in den äusseren Schichten des Sonnenballs ist diese Möglichkeit nicht ausgeschlossen, aber bei der immerhin kolossalen Hitze, die dort herrscht, werden die Verbindungen von keinem innigen Bestande, sondern locker genug sein, um sich bei geringen Erhöhungen der Temperatur wieder in Elemente zu spalten, sie werden sich — wie die Physiker sagen — im Zustande der Dissociation befinden. Auf der Sonne sind also sämmtliche Substanzen wegen der ungeheuren Temperatur in einer weniger innigen Verbindung ihrer kleinsten Theilchen vorhanden, als auf Erden. Je heisser die einzelnen Theile des Sonnenkörpers sind, desto lockerer werden ihre chemischen Verbindungen sein, und damit wird auch ihre Ausstrahlung geringer werden. Und so fällt die bisher gemachte Annahme, dass die uns von der Sonne zugesandte Wärmemenge im Verhältniss zu ihrer Temperatur stehen müsse. Die Temperatur kann sehr wohl im Abnehmen begriffen sein, und doch kann der Betrag ihrer Ausstrahlung wachsen, weil ja mit der Aenderung in der Temperatur eine Aenderung in der chemischen Zusammensetzung der Sonne nebenher geht. Man braucht also nicht mehr nach Erscheinungen zu suchen, welche die Temperatur der Sonne vermehren; ein Anwachsen ihrer Energie trotz der Abkühlung kann aber auch auf anderem Wege stattfinden. So gestattet die sinkende Temperatur der Sonne die Bildung immer innigerer Verbindungen, es können Verbrennungen stattfinden, und diese erzeugen wieder eine vermehrte Hitze. Herrn Aitkens Spekulationen, wiewohl sie nicht zwingender Natur sind, zeigen also, dass die strahlende Energie der Sonne sich sehr wohl von Zeit zu Zeit — etwa in geologischen Zeitepochen — geändert

haben kann, dass ihr Betrag sich aber nicht nothwendig direkt mit der Temperatur zu ändern braucht, und dass wir die Resultate unserer Laboratoriumsversuche über die Strahlung nicht ohne weiteres auf die in ihrem Wesen allen irdischen Experimenten so unzugängliche Natur der Sonne übertragen dürfen.

Auch der Begriff der Verbrennung, den ich oben brauchte, kann nicht unmittelbar von der Erde auf die Sonne übertragen werden. Wir verstehen darunter im allgemeinen die Verbindung eines Körpers mit dem Sauerstoff. Hier wollte ich jede chemische Verbindung überhaupt darunter verstehen, denn ob es Sauerstoff auf der Sonne giebt, das ist bis vor kurzem eine offene Frage gewesen. Heute dürfen wir sie mit Ja beantworten. Bereits 1877 glaubte freilich der Astrophysiker Henry Draper in New-York im Sonnenspektrum die Spuren des Sauerstoffs gefunden zu haben. 18 helle Linien, welche die umgebenden Theile des Spektrums besonders überstrahlten, sollten die Zeugen seiner Existenz sein. Helle Linien im Sonnenspektrum? Das wäre ja etwas ganz Ausserordentliches. Zwar zeigt die Sonne bei totalen Finsternissen, in dem Momente, wo ihre Sichel verschwindet und die Corona sichtbar wird, ein Spektrum, das aus lauter hellen Linien besteht, aber sonst sieht man nur jenes farbige Band, das von den dunkeln Fraunhoferschen Linien durchzogen ist. Draper meinte, dass der Sauerstoff in der leuchtenden Hülle der Sonne sich in einem derartig erhöhten Stadium des Glanzes befinde, dass er alle anderen Theile der Photosphäre überstrahlte und seine „Emission“ stärker wäre als die des Hintergrundes; daher musste er statt der dunkeln Absorptions-Linien die hellen Emissions-Linien liefern. Aber seit Drapers Entdeckung hat man das Sonnenlicht immer genauer analysirt, indem man es über immer breitere Flächen zertreute. So haben jüngst die Herren Trowbridge, Hutchins und Holden in Amerika eine grosse Photographie des Sonnenspektrums mit Hülfe eines vorzüglichen concaven Gitters von Rowland erhalten, und diese enthielt nicht das geringste Zeichen einer Wirkung des Sauerstoffs, weder helle noch dunkle Linien. Drapers helle Linien waren als solche nur erschienen durch die Contrastwirkung, welche schmale Theile des farbigen Bildes zwischen dunklen Linien ganz besonders hell hervorhebt; sie waren eine optische Täuschung. Vor einigen Jahren hat indessen Herr Dr. Schuster eine Reihe von dunklen Linien des Sauerstoffs, die einem kälteren Zustande desselben entsprechen, in dem Spektrum der Sonne aufgefunden, und seine Beobachtung ist bisher unwiderlegt geblieben. Es ist eben schwer, die interessante Frage, ob dieses für unser Leben so wichtige Element dort oben vorkommt, in bün-

diger Weise zu entscheiden, weil der Sauerstoff bei verschiedenen Zuständen die verschiedensten Spektra liefert, und bislang nicht weniger als vier solche als ihm zugehörig erkannt waren; wenn also eine Reihe der charakteristischen Linien im Sonnenspektrum fehlt, so kann sehr wohl eine andere entdeckt werden, und der Existenzbeweis wird immer ein schwieriger sein. Eins steht fest, dass nämlich noch keine von diesen vier Reihen in dem Spektrum jener glühenden Gase und Dämpfe, welche die Protuberanzen bilden, entdeckt wurde, und man hatte schliesslich angenommen, dass der Sauerstoff vielleicht gar kein Element sei, sondern bei der grossen Hitze der Sonne dort in einer Reihe von Bestandtheilen vorkomme, deren besondere Spektra sämmtlich von denen des irdischen Sauerstoffs verschieden seien. So hat Professor Grünwald in Prag vor Jahresfrist den Nachweis zu führen versucht, dass der Wasserstoff auf der Sonne zwar als solcher vorhanden sei, aber auch in zwei besondere Bestandtheile zerlegt vorkomme, die beide ihre besonderen Spektrallinien besitzen, deren eine — die des Coroniums — im Spektrum der Corona vorkomme, während die andere — diejenige des Heliums — in dem der Chromosphäre erscheine. Neuerdings hat aber Janssen in Meudon bei Paris ein gewisses Spektrum des Sauerstoffs, das aus einer Reihe von Banden besteht, als Bestandtheil des Sonnenspektrums nachweisen können, womit die Frage nach der Existenz dieses Elements als entschieden anzusehen ist. Die bereits genannten amerikanischen Forscher glauben ferner im Sonnenspektrum Spuren von Linien gefunden zu haben, welche für das Vorhandensein gasförmigen Kohlenstoffs in der Sonnenphotosphäre zeugen würden; sie haben ferner die Anwesenheit des Platins in der Sonne zur Evidenz gebracht, eines der wenigen irdischen Elemente, die man bisher noch nie in einem kosmischen Körper gefunden hatte; auch Wismuth, Cadmium und Cerium bilden nach ihnen Bestandtheile der Sonne, während sich die Anwesenheit von Blei, Molybdän, Uran und Vanadium dort oben noch nicht nachweisen liess.

Auch über die Bewegungen innerhalb des Sonnenkörpers haben wir neuerdings genauere Aufschlüsse erlangt, welche für die Kritik jeder Theorie dieses räthselhaften Körpers eine wesentliche Handhabe bieten werden. So meint der bekannte Pariser Astronom Herr Faye, dass jene besonders hellen Stellen der Photosphäre, welche man die Fackeln nennt, und die in der Nähe des Sonnenrandes sich als Erhöhungen der Lichthülle erweisen, ein Erzeugniss benachbarter Flecken sind. Diese sollen den Wasserstoff der Chromosphäre herabreissen, der wieder emporsteigend die Flocken der Photosphäre in die Höhe hebt und so die Fackeln bildet. Die neuesten Forschungen auf dem astro-

physikalischen Observatorium zu Potsdam zeigen umgekehrt, dass die Flecken von den Fackeln abhängen, dass diese bei der Entstehung der Flecken schon vorhanden und auf deren Bildung von wesentlichem Einflusse sind.

Die grosse Ausdauer der Fackeln, welche die Beobachtungen von Herrn Wilsing in Potsdam lehrten, lässt schliessen, dass sie nur „die sichtbar hervortretenden Merkmale von Vorgängen sind, die vermuthlich in tiefer liegenden Schichten des Sonnenkörpers ihren Ursprung haben.“ Es scheint sogar, als ob die sonderbare Erscheinung der Fackeln an ganz bestimmte Punkte der Photosphäre gebunden sei, und dass sie sich daselbst nach gewissen Zeiträumen periodisch oder intermittirend wiederhole. Dass es wirklich die Fackeln sind, von denen der Ursprung der Flecken sich herleitet, hat Herr Professor Spörer in Potsdam durch eingehende Untersuchungen dargethan. Stets bildet sich ein Fleck in der Nähe einer Fackel aus, und bleibt nachher wegen seiner Eigenbewegung gegen die Fackel zurück. Oft entsteht dann zwischen ihm und der erzeugenden Fackel eine ganze Reihe von neuen Flecken, die sämmtlich auf einem Parallelkreise angeordnet sind, und so schreitet die Ausbildung der Flecke von Osten nach Westen fort. Ferner zeigte sich, worauf auch Secchi bereits hingewiesen hatte, dass ein Fleck bei seiner Ausbildung weit weniger hinter seiner Umgebung zurückbleibt, als wenn er bereits in das höchste Stadium der Entwickelung gelangt ist, und auch das findet seine einfache Erklärung darin, dass der Fleck in der Richtung wächst, nach welcher die Ursache seiner Ausbildung liegt, also — um mich kurz auszudrücken — auf der Fackelseite. So wird er scheinbar weniger stark gegen die Umgebung zurück bleiben, weil sein Wachsthum auf der Rückseite seiner Eigenbewegung stattfindet. „Keinen Aufschluss freilich geben die neuen Arbeiten über die eigenartigen Bewegungsgesetze der Flecke,“ sowie über deren räthselhafte innere Natur. Und ungelöste Räthsel birgt auch die Art, wie sie auf tellurische und kosmische Erscheinungen einwirken. Von beiden je ein neueres Beispiel. Herr André in Lyon hat die Beobachtung gemacht, dass diejenigen magnetischen Störungen, von denen man längst weiss, dass sie sich gleichzeitig auf dem ganzen Erdball vollziehen und in der Sonne ihre Ursache haben, stets dann eintreten, wenn ein Herd erregter Thätigkeit die scheinbare Mitte der Sonnenscheibe passirt. Die Thätigkeitsherde können von Flecken und Fackeln, aber auch von Fackeln allein gebildet sein. Man findet, dass diejenigen dieser Regionen, welche mehrere Rotationen der Sonne, also mehrere Monate hindurch denselben Platz auf der Sonne behalten, in unseren automatisch registrirten magnetischen Curven gerade in dem Augen-

blick ihres Durchgangs durch den Mittelpunkt der Sonnenscheibe eine Störung erzeugen, und dass im allgemeinen die Magnetstäbe ihre regelmässigen täglichen und jährlichen Schwankungen nur dann ungestört vollziehen, wenn in der Nähe des bezeichneten Punktes sich kein derartiger Herd bemerken lässt. Dieses Zusammentreffen ist ein so regelmässiges, dass man, sobald eine Region mit Fackeln am Ostrande der Sonne heraufkommt, für den Tag, wo sie sich auf der Sonnenscheibe genau der Erde gegenüberstellen wird, eine magnetische Störung voraussagen kann.

Das andere Beispiel hat Herr Berberich angegeben. Es betrifft den Enckeschen Kometen, der bei seiner diesjährigen Erscheinung am 3. August von Finlay auf der Cap-Sternwarte entdeckt wurde.*) Dieser in vieler Beziehung so merkwürdige Weltkörper war bisher seit mehr als hundert Jahren in 24 Erscheinungen sichtbar gewesen. Es zeigte sich, dass dabei seine Helligkeit in seiner grössten Sonnennähe von einem Male zum anderen merkwürdige Aenderungen durchgemacht hatte. Sie ist keinesweges seit früheren Erscheinungen bis heute in einer Abnahme begriffen, die auf einen allmählichen Verfall des Kometen schliessen lassen sollte, sondern sie bewegt sich auf- und abwärts und scheint ihren höchsten Grad zu den Zeiten einer besonders hohen Sonnenthätigkeit zu erreichen, in den Jahren also, auf welche die Maxima der Sonnenflecke fallen. So zeigt die Helligkeit des Kometen vielleicht dasselbe periodische Verhalten, wie u. a. die Polarlichter der Erde. Und das wird begreiflich, wenn man das Leuchten des Schweifsterns als eine elektrische Erscheinung auffasst, wie es das der Polarlichter sicher ist. Die Sonne mit ihren ungeheuren elektrischen Gewalten wird jenes Phänomen beeinflussen, wenn nicht hervorrufen, und es nimmt dann nicht wunder, dass in den Zeiten einer hohen Erregung des Centralkörpers, wenn die Elektrizität desselben vielleicht eine höhere Spannung erreicht, die Lichterscheinungen der Kometen besonders glänzende werden. Die Vermuthung des Herrn Berberich, dass darum zu diesen Zeiten die Entdeckungen von Kometen wegen ihrer gesteigerten Helligkeit sich häufen müssten, ist zwar nicht unwahrscheinlich, aber wegen der vielen anderen Umstände, welche diese Zahlen beeinflussen, schwer statistisch zu belegen.

Die Sonne verlassend wenden wir unsern Blick dem Chor ihrer Begleiter zu, und zwar vorerst dem grössten unter ihnen, dem mächtigen Jupiter. Der bekannte rothe Fleck auf seiner Oberfläche hat vor einigen Jahren auch Herrn Lohse in Potsdam dazu gedient, die Rotation

*) Nach späteren Nachrichten hat Herr Tebbutt zu Windsor in Neusüdwales den Kometen bereits am 8. Juli beobachtet.

des Planeten aufs neue abzuleiten. Neuerdings hat Herr Denning in Bristol analoge Bestimmungen auf eine sehr grosse Anzahl von Beobachtungen des rothen Fleckes gegründet, und es hat sich dabei gezeigt, dass die hieraus abgeleitete Rotationszeit des Planeten in verschiedenen Jahren verschieden war. So betrug sie im Jahre 1885 bis 86 nach der Berechnung aus 659 Rotationen 9 Stunden 55 Minuten 41,1 Sekunden, und sie hatte sich seit dem Jahre 1879 um 7 Sekunden vermehrt; augenblicklich scheint sie wieder in der Abnahme begriffen zu sein. Sollen wir daraus schliessen, dass Jupiter wirklich mit ungleichförmiger Geschwindigkeit um seine Axe schwinge? Das wäre etwas ganz Abnormes, denn bisher hat man die Rotationsperiode der Planten, besonders diejenige der Erde, welche einem Sterntage gleich ist, für die constantesten Grössen gehalten, die sich der Beobachtung darbieten. Vielmehr scheint aus jenen Beobachtungen zu folgen, dass der rothe Fleck gegen seine Umgebung nicht ruht, sondern sich im Laufe der Zeit langsam dagegen verschiebt, und zwar nicht fortwährend in derselben Richtung, sondern bald in der einen, bald in der entgegengesetzten. Vielleicht ergeben fernere Beobachtungen des interessanten Gebildes Näheres über diese Bewegungen, sowie auch Aufschlüsse über sein eigentliches Wesen. Jupiter wird freilich bald eine zu südliche Lage annehmen, als dass man ihn mit Vortheil auf den Sternwarten unserer Halbkugel beobachten könnte.

Ueber merkwürdige bisher nirgends bemerkte Lichterscheinungen in der Nähe des zweitgrössten Wandelsterns, des mit dreifachem Ringe umgürteten Saturn, berichtet Dom Lamey. Derselbe hat bereits im Jahre 1868 zu Strassburg mittelst eines vierzölligen Refraktors jenseits dieser unmittelbaren Umgebung etwa zwischen den Bahnen des ersten und sechsten Trabanten, Mimas und Titan, gewisse ringförmige Lichtfiguren bemerkt, und seit 1884 auf dem Gipfel des Grignon, begünstigt von einer besonders klaren Atmosphäre und einem kräftigeren Instrumente, ihre ganz bestimmten Formen öfters wahrzunehmen geglaubt. Diese Lichtringe sind nach seiner Angabe in der Zahl von vier vorhanden, aber man kann sie nur selten in ihrer vollen Ausdehnung erkennen. Da ihr Glanz gerade dort am stärksten ist, wo sie Trabanten benachbart sind, so lässt sich die Erscheinung nicht durch eine Contrastwirkung erklären, kommt es doch vor, dass sie an Glanz den nächsten Trabanten übertreffen. Bisher ist diese interessante Wahrnehmung allerdings von keiner Seite bestätigt worden. Vielleicht wenden die Besitzer grösserer Fernrohre diesen zweifelhaften Objekten nach diesem Hinweis eingehender ihre Aufmerksamkeit zu.

Mit dem Planeten Mars beschäftigen sich viele neuere Beob-

achtungen. Da dieselben in der vorliegenden Nummer dieser Zeitschrift eine eingehende Betrachtung durch Herrn Schiaparelli erfahren, der wie kein anderer dazu berufen erscheint, so kann ich sie füglich übergehen und wende mich desshalb ohne weiteres zu unserm Monde, der nach Langleyschen Messungen zwar nicht ganz so entsetzlich kalt zu sein scheint, wie man bisher glaubte, aber trotzdem wegen des Mangels einer unserer Atmosphäre entsprechenden Umhüllung immer noch, ganz entgegen unserm lieben Nachbar Mars, höchst unwohnlich erscheint. Aber warum hat der Mond keine der unsrigen an Dichtigkeit auch nur entfernt gleichende Atmosphäre? Dies erklärt Herr Grenstedt aus der geringen Dichtigkeit des Mondkörpers. Sowohl die Erde, wie der Mond verhalten sich wie meteorische Massen, die der Luft ausgesetzt, sich oxydiren, aber wegen der geringeren Dichtigkeit des Mondes verbreitete sich die Oxydation in seinem Innern leichter als in der Erde, und noch als sein jugendliches Feuer nicht erloschen war, werden das Wasser und die Luft seiner Oberfläche an die Gesteine chemisch gebunden worden sein.

Eine interessante Arbeit über diejenigen zur Erde herabgekommenen Meteorsteine, deren Erscheinen am Himmel man vorher beobachtet hatte, ist von Herrn Newton in Newhaven veröffentlicht worden. Allerdings lauteten die Nachrichten über diese Körper zum Theil recht dürftig. Ein für ihre Bahnbestimmung sehr wesentliches Stück, die Geschwindigkeit, ist für keinen der von Herrn Newton untersuchten durch die Beobachtung bekannt gewesen, und liess sich nur beiläufig durch die Annahme bestimmen, dass sie derjenigen der Kometen in der Nähe der Erde gleich sein müsse, und diese variirt nur zwischen 42 und 37 Kilometer in der Sekunde. Auch die Richtung des Falls war bei den meisten Meteoriten nicht genau zu erfahren, und vielfach musste es genügen, einen beliebigen Punkt, der zur Beobachtungszeit über dem Horizonte lag, als die Stelle ihres Ausgangs anzusehen. Herr Newton gelangt trotzdem zu folgenden Ergebnissen:

Mit nur sieben Ausnahmen bewegten sich die in Betracht gezogenen — also die in Museen aufbewahrten und bei ihrem Fall beobachteten — Meteoriten in rechtläufigen Bahnen um die Sonne. Der Grund hiervon könnte ein dreifacher sein. Einmal könnten die Meteorsteine im Sonnensystem überhaupt mit wenigen Ausnahmen rechtläufige Bahnen durchmessen. Oder die rückläufigen Meteore können aus irgend welchem Grunde nur selten in fester Form auf den Erdboden gelangen, etwa weil ihre Geschwindigkeit gegen die Erde eine so ungeheure ist, dass sie sich bereits in der Luft aufzehren müssten. Und schliesslich wäre es möglich, dass die rückläufigen Meteore,

welche die irdische Lufthülle durchschneiden, gerade zu der Zeit fallen, wo die Menschen in stiller Kammer Nachtruhe pflegen, und dass sie deshalb unbeobachtet bleiben. Kurz gesagt, der Grund kann über, in oder unter der Luft liegen. Indess liess sich statistisch nachweisen, dass von diesen drei Gründen der letzte der allein massgebende nicht sein kann, der wahre Grund muss hauptsächlich entweder über oder in der Luft liegen. Aber die Luft wird selbst Steinen, die nachweisbar mit den kolossalen Geschwindigkeiten von 40 bis 72 Kilometern in die Atmosphäre eintreten, nicht so verhängnissvoll, dass sie dieselben völlig aufzehrte, und somit hält Herr Newton es für wahrscheinlich, dass die Meteoriten überhaupt als Klasse in rechtläufigen Bahnen um die Sonne laufen, also wohl einst gemeinsam mit den Körpern unseres Systems aus demselben Urmaterial entstanden sind. Es zeigt sich ferner, dass die geringste Entfernung, in welcher diese Körper an der Sonne hätten vorübergehen müssen, wenn sie nicht in die Wirkungssphäre der Erde gelangt wären, nicht grösser als unser mittlerer Abstand vom Tagesgestirn und nicht kleiner als dessen Hälfte war. Nach alledem hätten die Meteoriten viel mehr Aehnlichkeit mit der Gruppe der Kometen mit kurzen Umlaufszeiten, als mit denjenigen, deren Bahnen parabolisch sind. Denn alle bekannten Kometen, die in weniger als 33 Jahren ihren Umlauf vollenden, bewegen sich in rechtläufigen Bahnen mit geringen Neigungen um die Sonne, während unter den übrigen Kometen alle Neigungen ziemlich gleichmässig vertreten sind und auch rückläufige nicht seltener als rechtläufige vorkommen. Zu der ganzen immerhin werthvollen Untersuchung des Herrn Newton ist aber zu bemerken, dass sie ein wahres Muster von Einseitigkeit ist; denn was können selbst 116 solcher Bahnbestimmungen, bei denen in keinem einzigen Fall ausreichende Daten für Geschwindigkeitsbestimmungen vorhanden waren, aussagen gegen die sämmtlichen bereits vorhandenen vollständigen und sicheren Bahnbestimmungen von Meteorsteinen, bei denen man Bewegungsrichtungen und Geschwindigkeiten gefunden hat, welche sich mit irgend welcher Zugehörigkeit zu unserm Sonnensystem gar nicht vertragen, sondern in Verbindung mit sehr wichtigen Untersuchungen des Herrn von Niessl in Brünn auf die mit sehr grossen Anfangsgeschwindigkeiten erfolgte Ausschleuderung jener Massen aus grossen fernen Welten sicher hinweisen.

Zu den grossen Räthseln, welche die Natur dieser Weltkörper noch in sich birgt, hat sich neuerdings noch eins gesellt. Man hat nämlich in einem Meteorstein, der vor zwei Jahren zu Nowo Urei im Gouvernement Pensa niedergefallen war, eine Menge heller grauer Körper gefunden, welche Korund ritzten und aus reinem Kohlenstoff bestanden,

also nichts Anderes sein können, als Diamanten. Sie machten etwa 1 Procent des ganzen Steines aus. Das ist eine durchaus neue Thatsache, die mit den Funden von Graphit und einem anderen graphitähnlichen Minerale, wie es bereits Haidinger im Arva-Eisen und Fletcher in dem Meteoriten von Youngdegin in Australien gefunden hatten, nichts zu thun hat. Diamanten in Meteorsteinen! Was hält uns noch ab, von einem wirklichen diamantenen Regen zu träumen, der uns vom Himmel herab in den Schooss fällt! Dieses Vorkommen des Diamanten weicht von den irdischen Lagerungen des kostbaren Minerals so vollständig ab, dass dadurch auch auf dessen noch unergründetes Wesen Licht fallen könnte.*) Der bekannte Geologe Herr Daubrée macht die Bemerkung, dass die Temperatur des Meteoriten, seitdem die Diamanten sich darin entwickelt haben, nicht sehr hoch gewesen sein kann, weil sie sonst wohl verbrannt wären.

Mit den Sternschnuppen beschäftigt sich eine Arbeit des Generals Tillo in St. Petersburg, welche von der Vertheilung der Radiationspunkte am Himmel handelt. Dieses Problem ist bereits von Herrn Schiaparelli der Theorie nach vollständig gelöst worden; leider genügten aber die Beobachtungen von Zezioli, die er allein seiner Statistik zu Grunde legte, nicht, um die Gesetze zahlenmässig zu erkennen. Tillo verfügte über ein viel grösseres Material, das vor vier Jahren von Kleiber in St. Petersburg publizirt worden und von nicht weniger als 1490 Radiationspunkten gebildet ist, die an 26 049 Tagen beobachtet wurden. Zunächst ist es interessant gewesen, zu erfahren, ob die Sternschnuppen vielleicht auch Zeugniss ablegen für jene Bewegung, die unser ganzes Sonnensystem in der Richtung nach dem Sternbilde des Herkules ausführt. Gehören die Sternschnuppen nicht mit zu unserem System, so müssen uns natürlich bei dieser Reise durchs Weltall vorn mehr als auf der Rückseite erscheinen. Aber da sich jene Gegend um das genannte Sternbild nicht durch besonderen Reichthum an fallenden Sternchen ausgezeichnet erwies, so dürfen wir auch hieraus schliessen, dass die Sternschnuppen mit zu unserem Systeme gehören. Merkwürdig aber war der besondere Reichthum jener Gegenden des Himmels, welche die Milchstrasse durchzieht. Wir dürfen hieraus freilich noch keinen Schluss auf den Einfluss dieses sternenreichen Gürtels ziehen. Es zeigt sich nämlich,

*) Nachträglich entnehme ich einem Sitzungsbericht der Ac. of Nat. Sc. Philad., dass Prof. Lewis bereits vor Jahren auf die Aehnlichkeit des Diamanten führenden Kimberlits in Südafrika mit Meteoriten, sowohl im Bau als in der Zusammensetzung, hingewiesen und angesichts dieser Thatsache die Suche nach Diamanten in Meteoriten empfohlen hat. D. V.

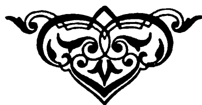
dass jener Punkt, auf den die Erde in ihrem Umlauf um die Sonne hinzielt, im Laufe eines halben Jahres eben jene besonders reichen Gegenden des Himmels durchwandert. Um diesen Punkt aber müssten nach Schiaparelli die Ausgangspunkte unserer Sternschnuppen sich häufen. Das hat freilich die neue Arbeit nicht ganz bestätigt, sie zeigte vielmehr, dass jene Regionen, die dem Stande der Sonne genau entgegengesetzt liegen, sich durch einen weit grösseren Reichthum auszeichnen; aber das ist wohl auf die überwiegend ungünstige Lage jenes Punktes zurückzuführen, der nur in den Morgenstunden über dem Horizonte liegt.

Befreien wir uns aus den engen Schranken unseres Sonnensystems, und erheben wir uns in die Sphäre der Fixsterne! Dieselben erfreuen sich rücksichtlich ihrer physikalischen Natur bei dem stetigen Fortschritte der Beobachtungsmittel eines immer genaueren Studiums. Spektralanalyse und Photographie haben in der Spektralphotographie sich zusammen gethan und Wunder vollbracht in der Fixirung jener Geheimschrift, welche, längst entziffert, die chemische Natur und den physikalischen Zustand der fernsten Welten sofort ablesen lässt. In Potsdam hat man zuerst diese Methode angewendet, um aus den geringen Abweichungen der Spektrallinien von denen, die einem unbewegten Körper angehören, die Geschwindigkeit einiger besonders hellen Sonnen zu bestimmen, und die jetzt bereits erreichte Genauigkeit von einer geographischen Meile lässt hoffen, dass diese Beobachtungen uns einst auch die sichere Kenntniss unserer Bewegung mit dem Sonnensystem nach Richtung und Geschwindigkeit ergeben werden, deren bisherige Bestimmung aus englischen Messungen vorläufig nur den Werth einer ersten Näherung an die Wahrheit besitzt. Aeusserst thätig auf diesem Gebiete ist auch der Direktor des mit der Harvard-Universität verbundenen astrophysikalischen Instituts zu Cambridge in Nord-Amerika, Herr Pickering, auf dessen grosse Leistungen ich wohl bei einer anderen Gelegenheit zurückkomme. Er hat dem veränderlichen Sterne Algol im Perseus seine besondere Aufmerksamkeit zugewendet und sein Spektrum sowohl zur Zeit des höchsten, wie des geringsten Glanzes photographirt. Dieser Stern und alle, die seine sonderbare physikalische Natur theilen, — die Veränderlichen vom Algoltypus — besitzen Wasserstoff-Absorptionsbanden im Spektrum. Aber zwischen den beiden Bildern ist kein anderer Unterschied als einer in der allgemeinen Helligkeit des Spektrums, und so bietet die Spektralanalyse in diesem Falle noch kein Mittel, um die Frage nach der inneren Natur des Lichtwechsels zu entscheiden. Diesen selbst hat Herr Chandler zum Gegenstande einer Abhandlung gemacht, in der er ein Gesetz für die

merkwürdigen Schwankungen ableitet, denen die Periode des Lichtwechsels unterliegt. Dieses Gesetz schliesst sich an die sämmtlichen Beobachtungen der Lichtstärke an, die, seit Goodricke vor mehr als einem Jahrhundert die Eigenthümlichkeiten dieses Sterns entdeckte, von mehr als fünfzig Astronomen bisher notirt sind. Bekanntlich meint man bis jetzt nach Gyldén, dass die Veränderlichkeit der Periode in Schwankungen der Rotationsachsen dieser Gestirne ihre Erklärung findet.

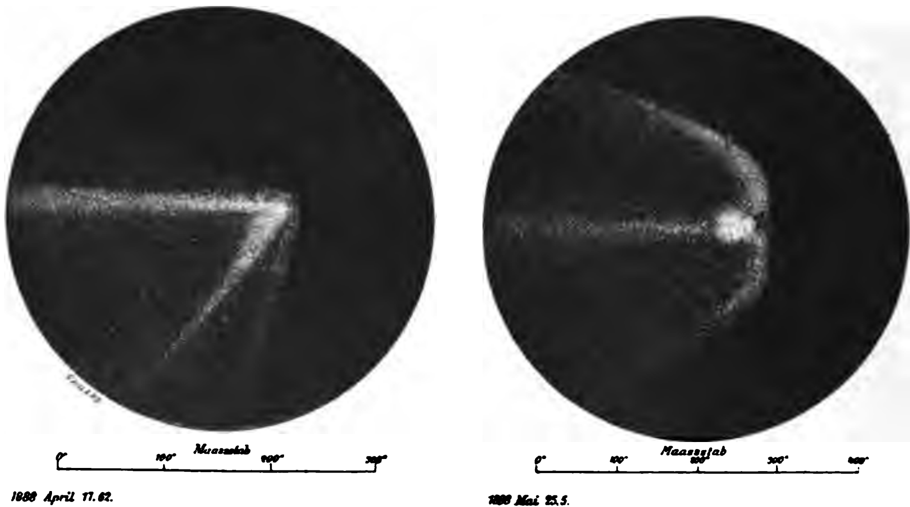
Die bekannte Himmelsforscherin Fräulein Clerke hat sich mit den veränderlichen Doppelsternen beschäftigt, von denen der Stern γ in der Jungfrau wohl der bekannteste ist; sie findet das Spektrum dieser Sterne zumeist von dem Typus, den auch das Siriusspektrum zeigt. Es sind sämmtlich Doppelsterne, die in sehr excentrischen Bahnen laufen, und speciell bei dem genannten Sterne sind die raschesten Aenderungen im Glanze erfolgt, als er seinem Begleiter am nächsten stand. Vielleicht lassen sich die Schwankungen des Algol auch einmal so erklären, wenn man ihm erst einen Begleiter gefunden hat.*) Dass bei dem eifrigen Studium der Sterne auch fortwährend neue Veränderliche und neue Sterne entdeckt werden, die sich dann meist als variabel erweisen, kann uns nicht wunder nehmen, ist es doch wahrscheinlich, dass kein Stern wirklich stets genau seinen Glanz beibehält. Vorläufig kennen wir zwar schon die Veränderlichkeit sehr vieler Sterne, aber bei den meisten wird erst die Zukunft das Mass dieser Aenderungen zu konstatiren haben, wenn die genügenden Instrumente vorhanden sein werden. Hier ist dankbare einfache Arbeit für noch viele Geschlechter.

*) Nicht als ob dieser — wie einige meinen — vor den Algol tretend, uns zeitweise einen Theil seines Lichtes entzieht, sondern die Veränderlichkeiten in der Bahngeschwindigkeit können vielleicht in Verbindung mit einer Rotation den merkwürdigen Lichtwechsel und seine Unregelmässigkeit zur Folge haben.





Der Komet Sawerthal. Besondere Räthsel für den Witz der Astronomen stellte in diesem Jahre der Komet, den Herr Sawerthal am 15. Februar mit blossem Auge wahrnahm, als er früh am Morgen die photographische Abtheilung der Cap-Sternwarte verliess. Vom 12. März an ist dieser Weltkörper auch in Europa zu beobachten gewesen, als er seine ursprünglich stark südliche Stellung verlassend in raschem Laufe nördlichen Regionen zustrebte. An diesem Tage wurde er zuerst in Palermo gesehen; später ward er auch in den höheren Breiten unseres Erdtheils der Beobachtung zugänglich, und wurde allenthalben ein willkommenes Objekt für die verschiedensten astronomischen Studien. Seine Bahn wurde durch die Beobachtungen als eine Ellipse bestimmt, freilich als eine sehr lang gestreckte, zu deren Durchmessung der Komet nicht weniger als 2370 Jahre gebrauchen wird. Sein Aussehen war durchaus kein auffallendes, selbst der Besitz von zwei Schweifen, deren einer schwächer war und nur wenig bemerkt wurde, ist nichts Ungewöhnliches, man hat sogar unter diesen Himmelsgästen solche gesehen, die nicht weniger als drei Schweife zur Schau trugen. Der Kern des Kometen freilich zeigte, dass in seiner Masse nicht alles in so schöner Ruhe und Ordnung war, wie wir sie in den ziemlich starren und wenig veränderlichen Massen der Planeten zu finden gewöhnt sind. Derselbe brach nämlich im Laufe der Beobachtungen in drei Stücke, die sämmtlich etwa in gerader Linie nach der Sonne hin gereiht lagen. Auch das ist kein neues Ereigniss. Zehn Jahre nach der Erfindung des Fernrohrs hat man bereits in dem Kometen von 1618 einen allmählichen Zerfall des Kerns



Der Komet Sawerthal.
Gezeichnet von L. Wutschichowski. (Astronomische Nachrichten Bd. 119.)

erst in drei und dann in sehr viele Theile wahrnehmen können, und in unserem Jahrhundert hat z. B. der Bielasche Komet vor aller Augen eine Zweitheilung durchgemacht. Man meint, dass die Sonne durch ihre Wärmestrahlung und vielleicht auch durch elektrische Wirkungen an diesem Zerreissen der Kometenmaterie die Schuld trage. Das Ansehen, wie der Komet es bis zum 20. Mai gehabt hat, zeigt die erste Figur. Aber zwischen diesem Tage und dem 21. war eine Veränderung mit ihm vorgegangen, die ihn kaum mehr wiedererkennen liess. Der Komet hatte bereits am 17. März seine grösste Nähe zur Sonne erreicht, und entfernte sich mit grosser Geschwindigkeit; dabei nahm seine Helligkeit bedeutend ab. Bereits war der Kern, den man zur Zeit der Sonnennähe mit blossem Auge wahrnehmen konnte, zu einem Sternchen von der 8. bis 9. Grösse geworden. Da auf einmal leuchtete er in vermehrtem Glanze auf und machte die Himmelsforscher zweifelhaft, ob sie es überhaupt noch mit demselben Kometen zu thun hätten. Herr Dr. Franz in Königsberg glaubte anfänglich einen hellgelben Fixstern an Stelle des Kometen zu sehen, den die Beobachter bisher als blassroth geschildert hatten, und der nun ganz verschwunden schien; aber die Bonner Sternkarten zeigten, dass die betreffende Gegend des Himmels keinen helleren Stern enthielt, und die Beobachtungen ergaben, dass der helle Himmelskörper seiner Stellung und seinem Laufe nach nur der Komet sein konnte. Der Kern war nach der Schätzung des Herrn Franz zu einem Sterne fünfter Grösse geworden, also erschien das Licht um $3^1/_2$ Grössenklasse vermehrt. Nun strahlen die Sterne jeder Grössenklasse das $2^1/_2$fache von dem Glanze der nach der Numerirung nächstfolgenden oder nächst lichtschwächeren aus. Demnach zeigt eine einfache Rechnung, dass das Licht des Kometen etwa auf $2^1/_2$ zur Potenz $3^1/_2$, also auf das 25fache des vorherigen gestiegen war. Zudem waren die Schweife sehr schwach geworden, es war kaum eine Andeutung mehr davon vorhanden, aber aus dem Kerne gingen zwei sichelförmige Lichtausströmungen hervor, die ziemlich senkrecht gegen den Hauptschweif standen; ihre Richtung, vom Kerne aus der Sonne zugekehrt, wand sich allmählich rückwärts dem Schweife zu, und dessen Glanz wurde von demjenigen der Lichtausflüsse bedeutend überstrahlt. Diesen neuen Anblick des Kometen zeigt die zweite Figur. Man hat diese Veränderung ausserdem in Schlesien, in Russland, in der Schweiz und zuerst wohl in Ungarn wahrgenommen, und überall stimmen die Schilderungen mit einander überein.

Ganz neu ist freilich auch ein solcher Lichtausbruch bei einem Kometen nicht. Bereits vor fünf Jahren sah man an dem periodischen Kometen Pons-Brooks zwischen dem 22. und 23. September einen ähnlichen Vorgang sich abspielen: auch hier war die Helligkeit des Kometen eine stark vermehrte, auch hier zeigten sich fächerförmige Lichtbögen, die der Kometenmaterie entströmten.

Zur Erklärung solcher Vorgänge wird es noch vollständigerer Beobachtungen, insbesondere auch spektrometrischer Art, bedürfen, als bis jetzt vorliegen. Wir kommen später einmal darauf zurück, indem wir uns für heut mit einer Darstellung des Sachverlaufes begnügen. Sm.



Die Sonnenfinsterniss vom 19. August 1887. Die Vorbereitungen für die Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniss vom 19. August 1887 sind, wie bekannt, alle durch schlechtes Wetter vereitelt worden. Eine grosse Zahl von Stationen war in Russland längs der Linie der Centralität sowohl von

russischen, wie auch ausländischen Astronomen besetzt worden, aber alle sind wegen ungünstiger Witterungsverhältnisse mehr oder weniger verhindert worden, die projektirten Beobachtungen auszuführen.

Um so mehr Interesse bieten die Beobachtungen von Laien, welche in vielen Orten des europäischen und besonders asiatischen Russland sich eines günstigen Wetters erfreuen konnten. Die physikalische Abtheilung der russischen physico-chemischen Gesellschaft in St. Petersburg hatte eine Instruktion für Beobachtungen erscheinen lassen, welche von Laien ohne Instrumente oder mit Hilfe der einfachsten Vorrichtungen ausgeführt werden können: mehr als 100 Mittheilungen sind an die Gesellschaft aus der Totalitätszone allein eingelaufen, in welchen eine grosse Zahl von Zeichnungen der Sonnencorona enthalten ist. Die Beobachter sind auf der ganzen Strecke der Totalität von der westlichen Grenze Russlands bis an die östliche Küste von Sibirien vertheilt, und ihre Berichte geben daher ein continuirliches Bild von dem ganzen Verlaufe der Finsterniss während mehrerer Stunden.

Ein Theil der eingelaufenen Mittheilungen wird gegenwärtig im Journal der physico-chemischen Gesellschaft (in russischer Sprache) publicirt. Dieselben werden samt Auszügen aus den übrigen Mittheilungen und einer Bearbeitung des gesamten erhaltenen Materials in dem detaillirten Berichte erscheinen, welchen Professor Egerof von der Universität zu St. Petersburg gegenwärtig vorbereitet und bald der Oeffentlichkeit übergeben wird. Wir werden seiner Zeit darüber Näheres mitzutheilen haben.*)

Aus den Resultaten der Expeditionen, welche von der physico-chemischen Gesellschaft selbst ausgerüstet und nach verschiedenen Ortschaften im europäischen und asiatischen Russland ausgesandt wurden, sind besonders die 10 ausgezeichneten photographischen Aufnahmen hervorzuheben, welche es Herrn Chamantof gelang in Krasnojarzk (Gouv. Jenisseisk, Ostsibirien) von der Sonnencorona während der kurzen Dauer der Totalität zu erhalten. Dieselben gewinnen noch viel an Wichtigkeit und Interesse durch Vergleich mit einigen anderen einzelnen Aufnahmen, welche an anderen Orten, in Mohilew, Petrorsk, Kuschwa, Possjet etc. erhalten und der Gesellschaft zugesandt worden sind, denn sie erlauben es, die oft bestrittene Frage über die Stabilität der Form der Sonnencorona zu beantworten.

Joseph Kleiber, St. Petersburg.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat October.

In der vorliegenden Rubrik, welche in jedem folgenden Hefte unserer Zeitschrift wiederkehren wird, gedenken wir nur auf alle diejenigen Erscheinungen am gestirnten Himmel aufmerksam zu machen, welche an sich neu und deshalb in den astronomischen Jahrbüchern nicht aufgeführt sind. Höchstens sollen seltenere Erscheinungen an den permanenten Himmelskörpern, welche das besondere Interesse eines grösseren Publikums in Anspruch zu nehmen berechtigt sind, in besonderer Weise hier behandelt werden. — Dementsprechend haben wir für den Monat October nur über eine Anzahl noch sichtbarer Kometen zu berichten:

1. Der periodische Fayesche Komet (entdeckt am 22. Nov. 1843; Umlaufszeit etwa 2700 Tage), dessen Rückkehr für den Herbst dieses Jahres er-

*) Bereits im nächsten Hefte werden wir unsern Lesern einige jener Zeichnungen der Corona vorführen können.

wartet wurde, ist am 9. August von Perrotin in Nizza aufgefunden worden. Der Komet steht Anfang October nahe der südlichen Fackel der „Zwillinge“ und geht für Berlin etwa $^{3}/_{4}$ Stunden vor Mitternacht auf; im Laufe des Monats nimmt er seinen Weg durch den nördlichen Theil des „kleinen Hund“ und tritt im November, an Helligkeit zunehmend, in die „Wasserschlange“. Seine Lichtstärke erreicht dann etwa das Doppelte von jener, die er bei seiner Auffindung im Jahre 1873 gezeigt hat. Das folgende Bild veranschaulicht seine Lage zum Horizont für unsere Breiten während der für den Kometen günstigen Beobachtungszeit im October.



Ort und Lauf des Kometen Faye im October um 3 Uhr Morgens Berliner Zeit

2. Der allbekannte periodische Enckesche Komet, der während der Zeit seiner Entdeckung (1786) bis zu der für dieses Jahr erwarteten Rückkehr den 31sten Umlauf um die Sonne vollführt hat, ist am 3. August auf der Sternwarte der Capstadt aufgefunden worden.*) Er verbleibt bei seiner diesjährigen Erscheinung auf der südlichen Hemisphäre des Sternhimmels.

3. Der Komet Saworthal, der uns durch seine plötzliche Helligkeitsänderung sehr merkwürdig geworden ist, von dessen plötzlichen Lichtausbrüchen weiter oben die Rede war (S. 52), steht im October im nördlichen Theile des Pegasus, ist aber nunmehr nur sehr kräftigen Fernröhren zugänglich.

4. Ein telescopischer von W. R. Brooks in Nordamerika am 7. August entdeckter Komet durchläuft im October das Sternbild „Bootes“ mit abnehmender Helligkeit.

5. Ein anderer, noch schwächerer teleskopischer Komet ist am 2. Sept. von Barnard auf dem neuen Lick-Observatory in Californien entdeckt worden. Er wird in dem vorliegenden Kabeltelegramm 11. Grösse angegeben, mit leidlich gut sichtbarem Kern, ohne Schweif. Während der Entdeckung befand sich der Komet ungefähr an der Grenze der Sternbilder der Zwillinge und des Kleinen Hund. Er ist seitdem in Strassburg wieder gesehen und bewegt sich gegenwärtig sehr langsam südlich. Ueber seinen zukünftigen Lauf liess sich bei Abschluss des gegenwärtigen Heftes noch nichts ermitteln.

* Siehe hierüber auch unseren Artikel „Astronomische Neuigkeiten“ S. 45.



Staubfälle. Ueber die am 5. und 6. Februar 1888 in einzelnen Theilen Schlesiens, Mährens und Ungarns mit Schnee niedergefallenen Staubmassen giebt Freiherr v. Camerlan in dem gegenwärtig vorliegenden Jahresberichte der k. k. geologischen Reichsanstalt zu Wien interessante Mittheilungen, aus denen wir Folgendes entnehmen. Seit einigen Jahren ist in wissenschaftlichen Kreisen vielfach die Frage nach der Möglichkeit einer Massenbereicherung unseres Erdballs durch die Aufnahme kosmischer Staubtheilchen erörtert worden. Angeregt wurde diese Frage, wie es scheint, durch Nordenskiöld, der zu der Annahme einer ausserirdischen Zufuhr solcher kosmischen Bestandtheile durch Untersuchungen gebracht wurde, die er mit Schnee grönländischen und scandinavischen Ursprungs anstellte, indem er nach dem Schmelzen desselben einen besonderen Rückstand, namentlich aber ein eigenartiges, anderweitig nicht bekanntes Silicat, das sogenannte „Kryokonit", als hauptsächlichsten Bestandtheil jenes Staubes nachweisen konnte. Die Ergebnisse des nordischen Forschers haben zu weiteren Untersuchungen Veranlassung gegeben; so hat Silvestri auf Sicilien den Regen, v. Lassaulx in Norddeutschland niedergegangenen Schnee einer eingehenden Prüfung unterworfen, ohne dass sich dabei mit Bestimmtheit Anzeichen ergeben hätten, die auf eine meteorische Abstammung der darin enthaltenen festen Stofftheile hinweisen; denn die von Letzterem gefundenen spärlichen Mengen von Eisen, Kobalt und Nickel können wohl kaum als ein genügender Beweis hierfür gelten.

Der in den bezeichneten Gebieten gefallene Schnee war dadurch besonders bemerkenswerth, dass ihn eine Staubschicht von stellenweise 3 bis 4 Centimeter Höhe bedeckte, deren auffällig gelbe Färbung das Vorliegen eines ausserordentlich seltenen Phänomens auf den ersten Blick andeutete und eine nähere Untersuchung wünschenswerth erscheinen liess. Eine solche wurde nun von Herrn v. Camerlan auf dem doppelten Wege der Mikroskopie und der chemischen Analyse mit aller Sorgfalt durchgeführt, wobei die erstere Methode das Vorhandensein von besonders vielen, stark lichtbrechenden Quarzkrystallen feststellte, daneben fanden sich auch theils organische Reste vor, wie Diatomeen, theils vegetabilische wie Trigonien, und ausserdem eine grosse Anzahl farbiger Mineralsubstanzen als Thontheilchen, Hornblende, Turmalin, Epidot, Rutil, Granat, Calcit u. s. w. Die chemische Prüfung dagegen ergab, dass metallische Bestandtheile in dem Staube gar nicht vertreten sind. Ueber die wichtige und interessante Frage nach der Heimath dieser Stoffmengen glaubt nun v. Camerlan — freilich mit aller Reserve — einige Vermuthungen aussprechen zu können. An einen kosmischen Ursprung zu denken hält er von vornherein für ausgeschlossen; aber auch die am nächsten liegende Erklärung, dass es sich hier um Löstheilchen handelt, welche aus den benachbarten Ebenen aufgewirbelt sind, muss zurückgewiesen werden, weil einmal die Massenhaftigkeit und Ausdehnung der Erscheinung ihr das Kennzeichen des Lokalen benimmt — eine Schätzung ergiebt, dass auf die 140 Quadratmeilen umfassende Schneedecke 1400 Cubikklafter Staub kommen — dann aber

auch, weil vom geologisch-petrographischen Standpunkte aus die Abstammung der Staubmassen aus dem norddeutschen Flachlande nicht zulässig erscheint. Nach einer Mittheilung von Herrn Prof. Hann in Wien bewegte sich nun an den betreffenden Tagen ein Barometerminimum von der scandinavischen Halbinsel in südöstlicher Richtung, welches sich am schwarzen Meere auflöste und zu dem Entstehen eines orkanartigen Sturmes in der bezeichneten Richtung Veranlassung gab. Mit Rücksicht hierauf glaubt Herr v. Camerlan, die Heimath der Staubmassen in den krystallinischen Hochgebirgen von Schweden und Norwegen suchen zu müssen. Der in den bedeutenden Höhen jener Berge aufgewirbelte Staub kann über die preussische Tiefebene in höheren Luftschichten dahin geflogen sein, bis das schlesische Gebirge sich ihm gegenüber stellte und ihn zum Fall brachte. Schw.



Dichtigkeitsmessungen des Meereswassers. Ueber lokale Ungleichheiten in der Dichtigkeit des Meereswassers berichtet A. Thoulet, Prof. an der Facultät der Wissenschaften zu Nancy in den Annales de Chimie et de Physique, 6 Série, tome XIV, Juli 1888.

Die Oberfläche der Wasserhülle unserer Erde hat bekanntlich keine regelmässige geometrische Gestalt, d. h. sie entspricht nicht genau einem sogenannten Rotationsellipsoide. Abgesehen von den dauerden Unregelmässigkeiten an den Küsten, welche durch die Anziehung der Continentalmassen hervorgerufen werden, finden auf offenem Meere auch solche statt, die in einer zeitweisen Störung der Niveauflächen der Oceanbecken bestehen und ihren Ursprung in lokalen Dichtigkeitsverschiedenheiten des Wassers haben. Letztere sind aber wiederum bedingt durch örtliche Ungleichmässigkeiten in der Temperatur und durch den wechselnden Stand des Salzgehaltes, indem mit zunehmender Temperatur eine Ausdehnung des Wassers und mit gesteigertem Salzgehalte eine Vermehrung der Dichte verbunden ist. Wo aber örtliche Defecte in der Dichte eintreten, da muss nach der Theorie des Gleichgewichtes an solchen Punkten eine Hebung des Meeresniveaus und sodann ein Abströmen der specifisch leichteren Wassermengen nach den dichteren und daher niedrigeren Stellen erfolgen, so dass Meeresströmungen hervorgerufen werden können. Für die Kenntniss dieser Strömungen ist es also von Wichtigkeit, das specifische Gewicht des Wassers an verschiedenen Punkten der Meeresbecken festzustellen, und dies wird wenigstens in erster Näherung dadurch erreicht werden können, dass man für Monate und Jahreszeiten die Resultate der Messungen gruppirt und vergleicht, die an denselben Orten erzielt worden sind.

Die Untersuchung dieser Verhältnisse hat sich Thoulet zur Aufgabe gemacht, indem er während des Sommers 1886 am Bord der französischen Fregatte „La Clorinde“ auf einer Reise von Brest nach Cap Breton (auf Neufundland) Dichtigkeitsmessungen des Meereswassers mit Hülfe des Aräometers angestellt hat. Aus dem hierbei gesammelten Erfahrungsmaterial und dem schon früher am Bord des „Challenger“ durch Buchanan erzielten lassen sich nun einige wichtige Folgerungen über die Entstehung des Golfstromes ableiten. Es wurde nämlich sowohl auf der Hin- als auf der Rückreise festgestellt, dass der nördliche atlantische Ocean eine Abschrägung des Niveaus von Westen nach Osten aufweist, welche ein Abfliessen des Wassers in dieser Richtung erwarten lässt. Die Beobachtungen haben in der That gezeigt, dass die Meeresströmungen in diesen Gegenden vorherrschend in der Richtung von Westen nach Osten erfolgen; kurz die Niveauverhältnisse des Oceans, wie sie durch

verschiedene Dichtigkeit mit Rücksicht auf den Salzgehalt und die Temperatur bedingt werden, lassen sich leicht in Uebereinstimmung mit dem setzen, was bisher über die Meeresströmungen bekannt ist, und rechtfertigen durchaus die Anschauung, welche die letzteren den lokalen Unterschieden im specifischen Gewichte des Meereswassers, als den hauptsächlich beeinflussenden Faktoren, zuschreibt, während eine Reihe anderer Erscheinungen, wie die Erdrotation, die Gestaltung der Küsten, die Gezeiten, das Wehen der Winde, die Wasserzufuhr durch Flüsse und dergleichen wohl nur in geringerem Masse mitbestimmend wirken.

Wir erhalten hierdurch ein ganz ähnliches Bild von den Strömungen in dem flüssigen Mantel der Erde, wie wir es von dem luftigen besitzen, nur dass die ersteren sich als constanter erweisen. Auch die grossen Strömungen der Atmosphäre werden durch die Aenderungen des specifischen Gewichtes in Folge von Erwärmung oder wechselndem Feuchtigkeitsgehalte hauptsächlich bedingt. Im Meere wird die Feuchtigkeit durch den Salzgehalt vertreten.

Schw.



Periodicität der Gewitter. Ueber Beziehungen, welche zwischen den elektrischen Vorgängen in der Erdatmosphäre und der 26tägigen Rotationsdauer der Sonne stattfinden, hat Herr v. Bezold in dem Julihefte 1888 der k. preussischen Akademieberichte interessante Aufschlüsse gegeben. Bekanntlich ist eine Beeinflussung der erdmagnetischen und erdelektrischen Erscheinungen durch die Rotation unseres Centralkörpers fast in einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise festgestellt worden. Es lag daher der Gedanke nicht allzufern, dass sich eine gleiche periodische Abhängigkeit der Gewitter bezüglich ihrer Häufigkeit und Heftigkeit feststellen lassen werde. Wie v. Bezold berichtet, ist denn auch schon vor geraumer Zeit von ihm der Versuch gemacht worden, das ausserordentlich reiche Material der Gewitterbeobachtungen, welches seit 1879 auf der meteorologischen Centralstation zu München gesammelt worden ist, für die Untersuchung der Periodicität in diesen Erscheinungen unter dem angegebenen Gesichtspunkte auszuwerthen. Aber trotz der nicht ungünstigen Resultate wurde damals von einer Veröffentlichung Abstand genommen; die Vorstellung eines Einflusses der Sonnenrotation auf unsere atmosphärischen Vorgänge war eben noch zu fremd, besonders da man sich noch gar keine Erklärung über die Art und Weise solcher Einwirkungen hatte geben können. Neuerdings sind nun aber einige Thatsachen festgestellt worden, die wohl geeignet erscheinen, in das Dunkel der Beziehungen zwischen den anscheinend so wenig zusammenhängenden Phänomenen einige Klärung zu bringen. Versuche der Physiker Herz, Wiedemann, Ebert und Arrhenius haben nämlich gezeigt, dass das Leitungsvermögen der Luft durch Bestrahlung mit ultraviolettem Lichte eine wesentliche Aenderung erfährt. Hiermit ist wenigstens eine Aussicht zur Erklärung eines durch Strahlung vermittelten, indirekten Einflusses der Sonnenrotation auf die elektrischen Zustände in der Atmosphäre eröffnet worden.

Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse hat nun Herr v. Bezold das vorliegende Erfahrungsmaterial von Gewitterbeobachtungen aus Bayern und Württemberg, welches sich über die Jahre 1880 bis 1887 erstreckt, daraufhin einer Prüfung unterzogen, ob eine nahezu regelmässige Periode in diesen Erscheinungen sich auffinden lässt. Er gelangte zu dem überraschenden Resultat, dass in der That eine Periode vorhanden ist, deren wahrscheinlichste Dauer

25,85 Tage beträgt, und die folglich mit der Sonnenrotation in Beziehung stehen muss.

Man kann also jetzt annehmen, dass auch die elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre in engem Zusammenhange mit solaren Vorgängen stehen, ohne freilich ausschliesslich durch diese bedingt zu werden. Denn für die Gewitterbildung bleiben an erster Stelle die hohen Temperaturen massgebend; wohl aber kann die Rotation der Sonne bei der Erzeugung solcher Phänomene in untergeordnetem Grade mitbestimmend sein. Nun ist die Coincidenz der Perioden zwar eine rein äussere Beziehung, aber der Nachweis einer solchen ist bei allen diesen Erscheinungen das Wichtigste; ein Eingehen in Einzelheiten oder Ergehen in Hypothesen dürfte gegenwärtigen Augenblicks, wie v. Bezold bemerkt, mindestens als verfrüht zu bezeichnen sein.

Schw.



Analogien in den Gestaltungsverhältnissen der Continente. Ueber gewisse gesetzliche Analogien in den Umrissen und dem geologischen Bau der Continente berichtet A. Karpinsky in dem Bull. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg, tome XXXII, Juni 1888.

Dieser Gegenstand gehört in das Gebiet derjenigen geographisch-geologischen Betrachtungen construktiv-spekulativer Natur, die in der Neuzeit immer häufiger angestellt werden, und die auch in den Lehrbüchern — z. B. in Suess klassischem Werke „das Antlitz der Erde" — mehr und mehr Eingang gefunden haben.

Die Aehnlichkeit der verschiedenen Continente und ihrer Theile hat bekanntlich schon längst die Aufmerksamkeit der Gelehrten erweckt. Bemerkungen hierüber finden sich zuerst bei Bacon; seine Ideen sind dann weiter entwickelt worden von Buffon, Forster, Steffens, Humboldt, Carl Ritter, Arnold Guyot, und in der Neuzeit haben sich hiermit die Geologen Dorr, Th. Fuchs und Ziegler beschäftigt, während die Frage nach den Ursachen einer gewissen Regelmässigkeit in der Vertheilung und Form der Festlandsmassen den Gegenstand der Untersuchungen von Green, de Lapparent, v. Habenicht und des Grafen O. v. Reichenbach bildet.

Nach einem Hinweise auf den Umstand, dass auf der Erdoberfläche eine durch gleichmässige geologische Anordnung bedingte Richtung darum noch nicht an allen Theilen die gleiche Lage zu den Himmelsgegenden zu bewahren braucht — es könnten ja die Faltungen der Erdschichten z. B. in der Richtung eines Kreises parallel oder schräg zu irgend einem Meridian stattgefunden haben, ohne dass der Kreis ein grösster zu sein braucht — hebt Karpinsky die Aehnlichkeit in den Umrissen der Continente hervor, die aber zum Theil dadurch getrübt sein kann, dass sich gegenwärtig gesunkene Festlandsmassen unter dem Meeresspiegel befinden, wie dies zwischen Asien und Australien in Hinblick auf die sie verbindende Inselgruppe wohl anzunehmen ist. Er betrachtet in der Hauptsache die etwas schräg zum Meridian gerichtete Festlandszone, welche mit Nord- und Südamerika beginnend, auf der östlichen Halbkugel durch die Massen von Austral-Eurasien — worunter hier Australien, Asien und Europa verstanden wird — fortgesetzt und durch die freilich etwas hypothetische Antarktis vervollständigt wird. Indem nun Karpinsky den bezeichneten Landgürtel durch ein Polarschema darstellt und die Umrisse des europäisch-asiatischen Continentes dadurch erweitert, dass er Australien durch hypothetische Grenzlinien in den Bereich desselben hineinzieht, werden

die vier Hauptcontinente: Austral-Eurasien, Nordamerika, Südamerika und die Antarktis mit einander verglichen und hierbei oft recht merkwürdige geographische Analogien entdeckt. Es sollen zum Beispiel nach dem Verfasser entsprechen Corea-Japan und Californien, ferner Arabien und Labrador, sowie die Ostecke Südamerikas; unter den Nebenfestländern sollen sich Aehnlichkeiten zeigen zwischen Afrika, Grönland und den Antillen. Auch in orogenetischer Beziehung und geologischem Zusammenhange sucht der Verfasser Analogien in den Hauptcontinenten nachzuweisen, obwohl, wie er bemerkt, die Gebirgssysteme desto komplizitter auftreten, je grösser der Continent ist. Die längste Gebirgskette von vorwiegend vulkanischem Charakter zieht sich an der Küste des stillen Oceans über den gesamten, bezeichneten Landgürtel hin und ist mithin allen vier Hauptcontinenten gemeinsam. Von den Innengebirgen sollen etwa die brasilianischen Gebirge, die Alleghanies und diejenigen Scandinaviens einander entsprechen. Die Abhandlung beschränkt sich auf den Nachweis einer Reihe von geographischen Analogien, wie denn der Verfasser überhaupt die Regelmässigkeit der Continente für eine normale Erscheinung hält, die erst allmählich mit dem Alter unseres Planeten verloren gegangen ist. Die Ursachen einer derartigen Aehnlichkeit in der Struktur der einzelnen Erdtheile werden nicht näher berührt.



G. Neumayer: Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen in Einzelabhandlungen verfasst von Tietjen, Jordan, v. Richthofen, Wild, Hann, Weiss u. a. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage in 2 Bänden. Berlin, R. Oppenheim 1888.

Das Erscheinen dieses für die moderne Forschung so wichtigen Werkes ist schon im Jahre 1875 von wissenschaftlichen Kreisen überall mit hoher Befriedigung begrüsst worden. Bildet doch das Buch mit seiner Fülle von Anleitungen, Winken, Erfahrungsätzen und Anregungen zur Beobachtung alles dessen, was den Reisenden in unerforschten Gebieten umgiebt, eine unerschöpfliche Fundgrube und zugleich den verlässlichsten Führer. Der vierzehnjährige Zeitraum, der seit dem Erscheinen des Buches verflossen ist, hat unendlich viel Neues gebracht. Nicht nur hat die continentale Forschung im Innern von Asien und Afrika eine Menge von Anregungen auf allen Gebieten des Wissens erzeugt, sondern auch die Expeditionen des „Challenger“, der „Gazelle“ und der „Vega“ haben ein ausserordentlich grosses Material naturwissenschaftlicher Erkenntniss zu Tage gefördert; ausserdem sind so mannigfache Verbesserungen an den Hilfsmitteln der Forschung, an Apparaten und Instrumenten erfolgt, sowie neue Hinweise theoretischer Art gefunden worden, dass eine Neubearbeitung des Stoffes der in den 28 Kapiteln des Buches vertretenen Wissenschaften von selbst zur Nothwendigkeit werden musste. Das Ergebniss dieser von den einzelnen Autoritäten der Abhandlungen sorgfältig und gleichmässig durchgeführten Neugestaltung des Buches liegt uns nunmehr als zweite Auflage vor.

Bei der Ueberfülle des Inhaltes eines jeden der einzelnen Kapitel kann es nicht unsere Sache sein, das Gesamtwerk durch Beschreibung seiner Theile zu zergliedern, was auf beschränktem Raum unmöglich wäre, noch bestimmte Abschnitte besonders hervorzuheben, da das Hervorheben des einen eine Ungerechtigkeit gegen die Vortrefflichkeit des andern sein würde. Wir dürfen bei dem grossen Beifalle, den sich das Buch gleich bei seinem ersten Erscheinen

erworben hatte, den Gesamtinhalt und die Methode der Behandlungsart vielmehr beim wissenschaftlichen Publikum als bekannt voraussetzen und glauben bei der Besprechung unser Augenmerk wesentlich auf die Veränderungen und Verbesserungen richten zu sollen, die in der Neubearbeitung zu Tage treten.

Einen sehr wünschenswerthen Beitrag hat die neue Auflage zunächst durch die Abhandlung Jordans „Topographische und geographische Aufnahme" erhalten. Während der früher an dieser Stelle gestandene Aufsatz Kieperts sich nicht wesentlich über das topographische Zeichnen hinaus erstreckte und also dem Reisenden namentlich in Bezug auf jene Beobachtungen an die Hand ging, die dieser während der Märsche an den terrestrischen Objecten machen und zum Entwurf topographischer Karten benutzen soll, instruirt der gegenwärtige über grössere Aufgaben der Vermessungskunst. Die Darlegungen betreffen die genaue Aufnahme der vom Reisenden zurückgelegten Route: den Gebrauch des Schrittzählers, der Zeit, des Stahlbandes zur Bestimmung der Längen, die Verwendung des Compass (samt Ermittelung der Abweichung) für die Winkelrichtungen, die Berechnung der Route hieraus, deren Anschluss an astronomisch festgestellte Punkte und die Verbindung mit topographischen Details. Ferner die Aufnahme von Landestheilen durch Triangulirung mittelst des Theodolit-Compasses und die trigonometrische Höhenmessung. Hieran reihen sich noch sorgfältige Anweisungen über barometrische Bestimmung der Höhen: die Behandlung der Barometer, Kochthermometer, der Aneroide (samt Bestimmung ihrer Stand-, Temperatur- und Theilungs-Correctionen), die Ermittelung der Lufttemperatur, die Verwendung der Höhen-Formel an der Hand der die Rechnung ausserordentlich abkürzenden Tafeln, schliesslich die Beziehung ermittelter Höhendifferenzen auf das Meeresniveau nebst Bemerkungen über barometrische Hypsometrie im allgemeinen.

Gewissermassen eine Ergänzung zu dieser Abhandlung ist der Artikel „Nautische Vermessungen" von Hoffmann, der speziell jene Verfahrungsarten zum Gegenstande hat, die bei Küsten-Vermessungen und dem Entwerfen von Seekarten brauchbar sind. Den Anfang macht die Auswahl und Markirung der Stationen an der zu bestimmenden Küstenlinie, die Triangulirung derselben mittelst des Theodoliten oder Heliotropen. Dann folgen die Bestimmungsarten des Azimutes der Hauptstationen mittelst Sonnenbeobachtungen am Theodoliten, woran sich die Besprechung der Methoden zur Messung einer gewählten Basis schliessen. Da bei Küstenvermessungen die Verhältnisse zu einer genauen Basismessung meist ungünstig sind, so werden nur empfohlen: Messung mittelst Stahlband, oder Berechnung der Basis aus gemessenen kleinen Winkeln und kleinen gegenüberliegenden Katheten, oder die Ermittelung der Zeit (durch Chronometer oder Terzienzähler), welche der Schall braucht, um von einem Endpunkte der Basis zum andern zu gelangen. Nach der Feststellung des Dreiecksnetzes durch Zeichnung beginnen die Begehungen der Küstenlinie mit dem Theodoliten und die Eintragungen topographischer Details. Für die Wasserstandsbeobachtungen an der Küste empfiehlt der Verfasser eine einfache Latte mit metrischer Theilung als Regel, für die Strömungsbeobachtungen ein grösseres Schiffslog mit Metertheilung. Die Bestimmung von Berghöhen erfolgt durch Messung von Höhenwinkeln vom Schiffe oder Strande aus. Schliesslich wird die zweckmässigste Eintheilung der Arbeit bei den Lothungen des Küstenwassers besprochen.

Als eine neue Einschiebung in dem Buche repräsentiren sich „Einige oceanographische Aufgaben" von Krümmel. Die darin gegebenen Hinweise betreffen Beobachtungen, die sich von dem Reisenden während der Seereisen vom Schiffe aus machen lassen. Sie leiten die Aufmerksamkeit des Beobachters auf die im Meere treibenden Gegenstände, Eisberge und Seetangfelder, auf das

Verhalten der Meeresströmungen, deren Grenzen, Richtung, Geschwindigkeit und Temperatur und heben eine Anzahl jener Strömungen als Untersuchungsobjecte hervor, über welche unsere derzeitigen Kenntnisse noch lückenhaft sind (die problematische Rennellsche Strömung, die westlichen Grenzen des Guineastroms, die Strömungen im südlichen Theile des indischen Oceans u. m. a.). Die Ausführungen des Aufsatzes erstrecken sich weiter auf die Messung der Wellenlängen durch das Log oder durch Zeitnotirungen, der Wellenhöhen mittelst sehr empfindlicher Aneroide, der Tiefe der Wellenbewegung, ihrer Geschwindigkeit, und auf eine Reihe Fragen über die Einwirkung des Windes auf Wellen. Auch Untersuchungen in Golfen und Baien über die dort bisweilen auftretenden als „stehende“ Wellen bekannten regelmässigen geringen Niveauschwankungen des Meeres werden der Beobachtung empfohlen. Der Verfasser schliesst mit Beispielen über die Wichtigkeit der Notirungen über Farbe und Durchsichtigkeit des Seewassers.

Neumayers frühere Abhandlung „Hydrographie und Oceanographie“ erscheint in der neuen Auflage des Buches in wesentlich veränderter Gestalt. Durch die Aufsätze „Nautische Vermessungen“ und „Einige oceanographische Aufgaben“ ist ein Theil dieser Abhandlung in schon erweiterter Form gegeben. Der Verfasser beschränkt sich deshalb im ersten Abschnitte auf die hydrographische Meteorologie und hat beim Entwurfe des überaus reichhaltigen Fragebogens namentlich die durch die Expeditionen und Forschungen seit 1874 zu Tage geförderten Resultate über maritime Meteorologie, Meeresströmungen, Treibproducte u. s. w. berücksichtigt; hieran schliesst sich, wie früher, als zweiter Abschnitt die magnetische Beobachtung am Bord.

Eine sehr willkommene neue Beigabe des Buches, namentlich für jene Reisende, die auf sehr wenig erforschten Flüssen in das Innere von Ländern vordringen, bildet die Untersuchung Lorenz-Liburnaus „Beurtheilung des Fahrwassers in ungeregelten Flüssen.“ Der Verfasser sucht darin aus einer allgemeinen Betrachtung des Baues grösserer Ströme die Erfahrungssätze abzuleiten, wo man in den Flussbetten das Fahrwasser, die Untiefen und Bänke zu suchen hat; er findet, dass diese Factoren von dem Gefälle des Wassers und von der Gestaltung der Ufer (ob parallel, auseinanderlaufend, durch Vorsprünge des einen Ufers unterbrochen, geraden Laufs, eine starke Krümmung beschreibend u. s. w.) abhängen, welche Bedingungen wesentlich den Ort der sich ablagernden Stoffe bestimmen. — Eine sehr anregende vortreffliche Studie ist Lindemanns Aufsatz „Andeutungen für die Beobachtung des Verkehrslebens der Völker.“ Sie verfolgt den Zweck, die Aufmerksamkeit des Reisenden auf die Beobachtung des Verkehrswesens zu lenken, ein Gebiet, das wir in Reisebüchern bisher nur selten vertreten finden. Der Aufsatz beschäftigt sich zunächst mit einer Darlegung der Entwickelung unserer modernen Verkehrsmittel, des Post-, Eisenbahn- und Telegraphenwesens und des Dampfschiffverkehrs. Der Verfasser giebt eine auf zahlreiche statistische Daten gegründete Uebersicht namentlich des Weltpostvereins, einen Bericht über die grossen Ueberlandbahnen in Amerika, eine Zusammenstellung der wichtigsten Dampfschiffverbindungen zwischen europäischen Häfen und den überseeischen Ländern, endlich eine Darlegung der gegenwärtigen Ausdehnung der Telegraphenlinien und unterseeischen Kabel und der Eisenbahnlinien auf der Erde überhaupt. Weiter erläutert er die Art und Weise des Reisens und des Postdienstes in aussereuropäischen Ländern durch charakteristische Beispiele (in Island, Grönland, China, Persien, Südamerika u. s. w.), und indem er hiervon Schilderungen giebt, erwartet er von dem Reisenden die Verfolgung ähnlicher Beobachtungen und Sammlung statistischen Materials aus den durchreisten Gebieten.

Ferner bringt die neue Auflage drei Aufsätze, die als Ergänzungen zu

den Kapiteln „Landwirthschaft", „Linguistik" und „Säugethiere" zu betrachten sind. Der erste derselben „Landwirthschaftliche Culturpflanzen" (von Wittmack) giebt Anleitung zum Sammeln der Getreide- und Futterpflanzen, Obst- und Gemüsearten u. s. w. mit den nöthigsten Details über deren Varietäten und Sorten. Der zweite „Das Zählen" (von Schubert) lenkt die Aufmerksamkeit des Reisenden auf die Zahlenbegriffe und die Bildungsweise der Zahlwörter bei den Naturvölkern. Der dritte „Walthiere" (von Bohlau) ist namentlich in Bezug auf die in mancher Hinsicht noch sehr mangelhafte Naturgeschichte der Wale verfasst; der Verfasser giebt Anleitung zur Vornahme von Messungen an Thierkörpern, dem Conserviren der Häute, dem Präpariren der Wal-Skelete und fordert namentlich auch zur Beobachtung der Lebensweise der Wale auf.

Der Artikel „Erdbebenkunde" der ersten Auflage ist in das umfangreichste Kapitel des Buches „Geologie" (von Richthofen) aufgenommen, dieses Kapitel selbst zweckmässiger angeordnet und auf die Höhe modernen Wissens gestellt worden.

Ganz entfallen sind in der zweiten Auflage der seinerzeit namentlich mit Rücksicht auf den Venusdurchgang von 1874 abgefasste Artikel „Ueber die Bestimmung der Abstände der Himmelskörper von der Erde" von Förster, ferner der für Forschungsreisende entfernt liegendere Aufsatz „Ueber Sammlung und Aufbewahrung chemisch wichtiger Naturproducte" von Oppenheim, und der für Anweisungen zu richtiger geographischer Definition geschriebene Beitrag „Allgemeine Rückblicke auf die Erforschungsgebiete der Continente" von Koner.

Selbstverständlich sind auch die Autoren der übrigen hier nicht weiter hervorgehobenen und der Materie nach unverändert gebliebenen Artikel durchaus bemüht gewesen, dem seit der ersten Auflage nun 14jährigen Fortschritte des Wissens zu entsprechen und durch Berücksichtigung modernster Fragen jede einzelne Disciplin der Gegenwart anzupassen. Beispielweise finden wir in verschiedenen Kapiteln die vielfältigen Fortschritte der Photographie zur Unterstützung von Forschungszwecken empfohlen. Nicht minder werden anregende Fragen aus bedeutsamen Naturerscheinungen der letzten Jahre gezogen: Die Erschütterungen durch die Krakatau-Eruption finden in der „Geologie" ebenso so sehr ihre Würdigung, wie die durch das gleiche vulkanische Ereigniss hervorgerufenen Dämmmerungserscheinungen und der rostbraune Ring um die Sonne im Kapitel „Anweisung zur Beobachtung allgemeiner Phänomene am Himmel."

Wenn es dem Referenten gestattet ist, schliesslich den Hunderten von Fragen und Anregungen des Werkes auch eine aus eigener Initiative anzufügen, so wäre dies folgende: Seit Nordenskjölds kühner Umseglung Asiens auf der „Vega" ist durch seine Wahrnehmung von ausserirdischen Staub-Niederschlägen auch das Vorhandensein von Staubmassen kosmischer Art augenscheinlich geworden. Wenn nun auch Nordenskjöld in seinen Schlussfolgerungen über die Wichtigkeit dieses Stoffes an der Bildung der Erdrinde wohl zu weit geht, so scheint es doch namentlich für den Polarreisenden geboten, auf den jeder Cultur weit entrückten Schneefeldern Beobachtungen unter gehörigen Vorsichtsmassregeln über die Menge des in einer bestimmten Zeit niederfallenden Staubes und dessen mineralogische Beschaffenheit anzustellen, um diese noch problematische Frage der Entscheidung näher bringen zu können. Die so nachgewiesene Thatsache kann ausserdem einige Wichtigkeit für die theilweise Erklärung der säcularen Acceleration der Mondbewegung erlangen, wie Oppolzer vor mehreren Jahren durch Rechnung angedeutet hat.

F. K. Ginzel.



A. Woeikof, Die Klimate der Erde. Nach dem Russischen. Mit 10 Karten, 13 Diagrammen nebst Tabellen, 2 Vol. XXIII. u. 396, und XXIV. u. 424 Seiten. Jena 1887, Hermann Costenoble.

Durch die vom Verfasser selbst besorgte, bedeutend vermehrte und veränderte deutsche Bearbeitung des zuerst 1884 erschienenen Werkes hat die meteorologische Literatur eine Bereicherung erfahren, die um so höher anzuschlagen ist, wenn man erwägt, dass dieses Handbuch der Klimatologie neben dem etwas früher erschienenen von Julius Hann durchaus gleichwerthig und selbständig dasteht, so dass das eine durch das andere in glücklichster Weise seine Ergänzung findet, denn die Behandlung des Stoffes ist bei beiden Forschern eine durchaus verschiedene. Einerseits finden wir bei Woeikof, mit Ausnahme weniger Zeilen, keinerlei klimatische Schilderungen von Reisenden, welche zwar durch ihre unmittelbare Anschaulichkeit stets das Interesse zu fesseln vermögen, aber doch von dem systematischen Fortschritte der Darstellung abzulenken geeignet sind, andererseits behandelt er eine ganze Reihe von Gegenständen mit besonderer Sorgfalt, welche meist der physikalischen Geographie zugerechnet werden, aber wie aus seiner Darstellung hervorgeht, für die Klimatologie von besonderem Interesse sind, namentlich in Band I., Kap. 3—7. Da der Inhalt dieses ersten Bandes ursprünglich meist in Form einzelner Abhandlungen erschien, welche erst später zu einem Ganzen verbunden wurden, ist der Zusammenhang der einzelnen Kapitel oft ein ziemlich loser; jedoch hat das Verfahren, das weitschichtige Material in geeigneter Weise in kleineren Abtheilungen erschöpfend zu behandeln, den grossen Vorzug, dass man bei dem Studium specieller Fragen alles Wesentliche beisammen findet, und nicht aus vielen Kapiteln sich zusammenzusuchen gezwungen ist.

Der erste Band behandelt den Einfluss der verschiedenen meteorologischen Elemente auf das Klima; er beginnt mit den allgemeinen Begriffen von Luftdruck und Wind, und betrachtet sodann das Wasser in der Atmosphäre. Die Specialstudien des Verfassers finden wir in den folgenden Kapiteln; Flüsse und Seen als Produkte des Klimas veranlassen ihn zur Aufstellung von 7 Flusstypen, um die Wirkung von Menge, Form und Periodicität der Niederschläge auf die Flussläufe auszudrücken.

Bei der Untersuchung des Einflusses einer Schneeoberfläche auf das Klima, welcher Woeikof besondere Aufmerksamkeit zuwandte, zeigt sich die Wichtigkeit einer systematischen Beobachtung der Erstreckung und Veränderung der Schneedecke für Russland, um die Wahrscheinlichkeit von Ueberschwemmungen zeitig feststellen zu können. Sehr interessant sind die sich hieran anschliessenden Betrachtungen über die klimatischen Verhältnisse des beständigen Schnees und der Gletscher.

Nicht minder interessant und für die vergleichende Klimatologie von fundamentaler Bedeutung ist der grosse Einfluss des Bodenreliefs auf die tägliche Periode und Amplitude der Temperatur, welchen wir in folgendem Satze zusammenfassend so formuliren können: „Wenn die Verhältnisse der täglichen Amplitude bei einer vollkommen ebenen Oberfläche als normale angesehen werden, so verkleinert eine konvexe Oberfläche (Hügel, Berg) dieselbe entsprechend der Zunahme der vertikalen Dimensionen im Verhältniss zur horizontalen, eine konkave Oberfläche (Thal, Mulde) vergrössert sie, aber nur bis zu einem bestimmten Verhältniss der vertikalen und horizontalen Dimensionen.“ Weiterhin ergiebt sich, dass die Luft über einer konvexen Oberfläche in der Nacht und im Winter wärmer, am Tage und im Sommer kälter ist, also auch die jährliche Amplitude kleiner ist, als bei einer konkaven Oberfläche. Diese Sätze belegt Woeikof durch zahlreiche Beispiele, welche naturgemäss vielfach von den Gipfelstationen geliefert werden, daher er auch für diesen

Theil der Klimatologie von der Vermehrung der Bergobservatorien besonders grosse Fortschritte erhofft.

In zwei Kapiteln wird der Einfluss des Klimas auf die Vegetation und umgekehrt der Vegetation auf das Klima besprochen, welche allgemeine Aufmerksamkeit verdienen. Woeikof zeigt hier, dass äusserste Vorsicht am Platze ist, wenn man aus Veränderungen in der Vegetation Schlüsse auf etwaigen Klimawechsel begründen will, sei es aus historischen Zeugnissen, sei es aus paläontologischen Untersuchungen. Wie wenig auch aus dem Verhalten von Kulturpflanzen geschlossen werden kann, lehrt Woeikofs Widerlegung des bekannten Beweises von Arago betreffs des Klimas von Palästina, das sich nach dem damaligen Vorkommen von Dattelpalme und Weinrebe zu schliessen, innerhalb 3000 Jahren nicht geändert haben könnte. Eine genauere Betrachtung der Mitteltemperaturen jener Gegenden lässt jedoch leicht die Hinfälligkeit der Aragoschen Beweisführung erkennen. Der Einfluss der Wälder auf das Klima findet in Woeikof einen eifrigen Verfechter; der Beweis, dass ausgedehnte Waldkomplexe nicht nur in der tropischen, sondern auch in den gemässigten Zonen eine merkliche Erniedrigung der Temperatur der wärmsten Monate bewirken können, gelang ihm vollständig, der Einfluss der Wälder auf die Vermehrung der Niederschlagsmenge, den er ebenfalls für gut konstatirt und durchaus annehmbar ansieht, wird jedoch mit seltenen Ausnahmen immer weniger wahrscheinlich, je mehr das hierauf bezügliche Beobachtungsmaterial anwächst.

Der zweite Band ist der speciellen Darstellung der Klimate der Länder und Meere gewidmet, und gerade in der eingehenden Beschreibung der klimatischen Provinzen des Erdballes ist es dem Verfasser besonders geglückt, aus der Menge des Materials überall das Wesentliche und Charakteristische auszusondern, und in 20 Kapiteln eine vollständige Darstellung des Typischen eines jeden Theiles der Erdoberfläche mit Vermeidung alles Ueberflüssigen zu geben. Während West- und Centraleuropa in einem Kapitel knapp behandelt sind, theils wegen des geringen Raumes, den sie auf der Erdoberfläche einnehmen, theils weil sie so genügend und oft geschildert sind, dass man nur Bekanntes wiederholen könnte, umfasst das europäische und asiatische Russland Kapitel 26—35, allein fast ein Drittel des ganzen zweiten Theiles.

Dies kann jedoch nicht wunder nehmen, da das Werk ursprünglich für russische Leser und die Bedürfnisse russischer Universitäten geschrieben war, ausserdem das nöthige Material dem Verfasser am reichlichsten zuströmte, und von ihm der schärfsten kritischen Sichtung unterworfen werden konnte umsomehr, da er aus persönlicher Anschauung Ostasien und Sibirien kennen gelernt hat. Die ausführliche Behandlung eines so ausgedehnten Gebietes wie das russische Reich, das fast für alle klimatischen Typen Beispiele liefern kann, hat für den deutschen Leser den Vortheil, klimatologische Untersuchungen auf ein Beispiel allergrösster Dimension angewendet zu sehen, wobei er sich auf einen umfassenderen Standpunkt zu erheben genöthigt ist, als er ihn bei der Betrachtung engerer Komplexe sonst gewohnt ist. Wir lernen Ostsibirien als die kälteste Gegend des Erdballes kennen, in den Thälern bildet dort die wegen ihres grösseren spezifischen Gewichts sich in der Thalsohle ansammelnde, durch beständige Ausstrahlung immer mehr erkaltende, wenig bewegte Luft vollständige Seen. Nach den neuesten Untersuchungen hat Werchojansk im Thale der Jana den zweifelhaften Ruhm, die grösste Winterkälte der Erde aufzuweisen, und ist daher dem Meteorologen eine klassische Stätte — aber welche Vorstellung können wir Bewohner gemässigter Zone uns von einem Januar machen, dessen Mitteltemperatur nach 4jährigen Beobachtungen — 53° C. beträgt! Im December und Januar stieg bisher das Minimumthermometer nicht

über — 60°, und doch kann in dem kurzen Sommer das Maximum 30° C. überschreiten, wonach die jährliche Amplitude der Extreme fast 100° erreicht.

Das letzte Kapitel ist den Meeren der südlichen Hemisphäre gewidmet, und die mangelhafte Kenntniss des antarktischen Oceans veranlasst Woeikof, die Erforschung der höheren südlichen Breiten auch seinerseits für eine der wichtigsten Aufgaben unserer Zeit zu erklären. „Viele Probleme der Wissenschaft können nicht gelöst werden, so lange wir diese Breiten nicht kennen; bei den jetzigen Mitteln der Wissenschaft und Technik ist es wirklich beschämend, wie wenig wir über die südlichen Breiten jenseits des 44° s. Br. wissen. Man bedenke nur, dass wir keine Beobachtungen im Winter südlich vom 55½° s. Br. haben, und dass die höchsten südlichen Breiten mehr als 40 Jahre vor unserer Zeit erreicht wurden, und zwar in Segelschiffen!"

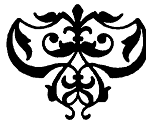
Die beigegebenen Curventafeln sind klar ausgeführt, ein Inhaltsverzeichniss nebst Index erleichtern die Benutzung des Werkes wesentlich.

Dr. Ernst Wagner.



Sprechsaal.

Diese Rubrik muss in unserer ersten Nummer naturgemäss offen bleiben. Wir können uns selbst in der Auseinandersetzung der hier zu verfolgenden Ziele sehr kurz fassen, indem wir auf die bezügliche Stelle in unserem zweiten Artikel (S. 18) hinweisen und nur allgemein wiederholen, dass wir gern jede Auskunft auf Fragen aus unserem Leserkreise von fachmännisch competenter Seite geben werden. Es sei jedoch die aus praktischen Gründen nothwendige Einschränkung gestattet, Fragen, welche durch den blossen Hinweis auf allbekannte populäre Werke erledigt werden können, eben durch diesen Hinweis zu beantworten, während andere, die von zu speciellem Interesse sein würden, um einem grösseren Leserkreise nützlich werden zu können, auf direktem Postwege zu erledigen sind.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Der Strand von Pozzuoli und der Serapis-Tempel in neuem Lichte dargestellt.

Von **Professor Dr. D. Brauns in Halle.**

Zu den wichtigsten Erscheinungen auf dem Gebiete der Geologie gehören ohne Frage die Schwankungen des Niveaus der Meere, ein oft erörterter Gegenstand, dessen Tragweite sich Jedermann leicht vergegenwärtigen kann, sobald er das Vorkommen vorweltlicher Seemuscheln und anderer versteinerter Reste von Seethieren auf hohen Bergen ins Auge fasst. Infolge der hohen Bedeutung dieser Erscheinung hat man auch mit vollem Recht ein grosses Gewicht auf diejenigen allgemeiner verbreiteten Schwankungen des Spiegels der Ozeane — oder sogenannten säcularen Landsenkungen und -Hebungen — gelegt, welche gegenwärtig zu beobachten sind und uns deshalb das Zustandekommen vorweltlicher Vorgänge dieser Art zu veranschaulichen vermögen. Da viele solcher Veränderungen des Meeresniveaus sich aus vergangenen Epochen der Erdgeschichte bis in die Gegenwart fortgesetzt haben, so zeigen sie trotz der ausserordentlichen Langsamkeit, mit der sie sich vollziehen, oft sehr augenfällige Resultate und sind daher auch meistens im grossen und ganzen ohne Schwierigkeit festzustellen, obgleich über die Einzelheiten bei diesen Vorgängen immer noch mancherlei Widersprüche herrschen. Hinsichtlich des Masses aber, welches dieselben in einer gegebenen Zeit erreichen können, möchte insoweit kein Zweifel herrschen; als dasselbe für kürzere Zeiträume immer nur äusserst gering, für historische Zeiten meist ein kaum in die Augen fallender Betrag sein kann. Alle raschen Bewegungen des Landes unter oder über das Meeresniveau oder gar in abwechselnder, bald aufwärts, bald abwärts sich bewegender Richtung, welche in einen historisch begrenzten Zeitraum eingeengt werden sollen, haben sich bei genauerer Untersuchung stets als irrthümlich herausgestellt. So war es mir z. B. während eines längeren Aufenthaltes in der Hauptstadt Japans vergönnt, das äusserst rasche Mass des „An-

wachsens der Ebene von Tokio", welches man aus gewissen Veränderungen an der Küste daselbst folgern wollte, als irrthümlich nachzuweisen und jene Veränderungen zum grössten Theil auf sogenannte „Verlandung" zurückzuführen, d. h. auf den Transport von Schuttmassen in die See und auf das dadurch hervorgebrachte Einengen des flachen Strandes, also auf Vorgänge, welche an allen Bergabhängen namentlich in und neben grösseren Ortschaften eine bedeutende Rolle spielen. Aehnliche Beispiele liessen sich leicht in Menge herbeischaffen und finden sich in grösserer Zahl namentlich in dem umfassenden, noch im Erscheinen begriffenen Werke von Eduard Suess, „Das Antlitz der Erde"; manche davon habe ich selbst in meiner „Einleitung in das Studium der Geologie" hervorgehoben. Wichtiger als der Nachweis einzelner Fälle ist aber unbedingt die Feststellung gewisser Gesichtspunkte für die Beurtheilung der Frage von den säcularen Landhebungen und -Senkungen, und in dieser Beziehung möchte namentlich ein Satz, der in beiden Schriften gebührend hervorgehoben ist, besondere Beachtung verdienen, der nämlich, dass das Einsinken von allerhand Bauwerken an der Meeresküste niemals als Beweis für eine allgemeine Senkung des Landes angesehen werden darf. Gerade in der Gegend, welche hier in Betracht kommt, finden sich infolge des häufigen Vorkommens von Ruinen antiker Bauanlagen sehr viele Belege für diese Erscheinung, und ich werde in der Folge noch mehrfach auf dieselbe zurückkommen. Zu bestreiten möchte es unbedingt nicht sein, dass die antiken Bauten gerade so wie jedes moderne Gebäude sich „setzen", d. h. in den Boden einsinken mussten, sobald dieser ihnen keinen genügenden Widerstand entgegensetzte, und da in und um Pozzuoli die vorherrschende Gesteinsart ein etwas mürber, thonhaltiger und durch das Wasser erweichender vulkanischer Tuff ist, so kann uns das häufige Vorkommen von Bauresten unter dem Meeresspiegel hier weder überraschen noch zu dem Schlusse veranlassen, als sei seit der Römerzeit eine Landsenkung vor sich gegangen. Aber auch umgekehrt hat man infolge einer falschen Auffassung von Nachrichten aus dem Alterthum ohne genügenden Grund Hebungen des Bodens folgern wollen, wovon das beste Beispiel wohl die voreilige Annahme ist, als ob ehedem sich das Meer bis hart an die Mauern von Pompeji erstreckt hätte, während die unter vulkanischer Asche verschütteten Reste dieser Stadt in einer direkten Entfernung von 3 Kilometern vom Meere aufgefunden sind. Jene Annahme, welche im übrigen mit zahlreichen antiken Funden aus der Umgebung Pompejis im Widerspruch steht, stützt sich lediglich auf eine in den Schriften der Alten enthaltene Nachricht, dass jene

Ortschaft einen Hafen besessen habe. Nun wird aber gewiss Niemand in Abrede stellen wollen, dass ein Hafen auch in einiger Entfernung von der Stadt, zu der er gehört, sich befinden kann, und obendrein wird ausdrücklich berichtet, dass dieser Hafen den beiden Städten Stabiae und Pompeji gemeinsam diente. Da nun die erste Ortschaft ohne Frage hart am Meere sich befand, so liegt sicherlich nicht die mindeste Unwahrscheinlichkeit darin, wenn man diesen gemeinschaftlichen Hafen in die Nähe von Stabiae versetzt, wo er auch von Pompeji nur eine Entfernung von 5 Kilometern hatte.

Neben dem Interesse, welches die zahlreichen Reste des Alterthums den Gestaden Campaniens verleihen, beanspruchen dieselben aber auch noch in anderer Beziehung unsere Aufmerksamkeit, indem sie eines der lehrreichsten Beispiele vulkanischer Thätigkeit darstellen. Die Gegend nördlich von Bajae und Pozzuoli, von welcher Figur 1 den für die folgenden Untersuchungen wichtigsten Theil in einer Kartenskizze darstellt, ist mit einer Gruppe von Kraterringen bedeckt

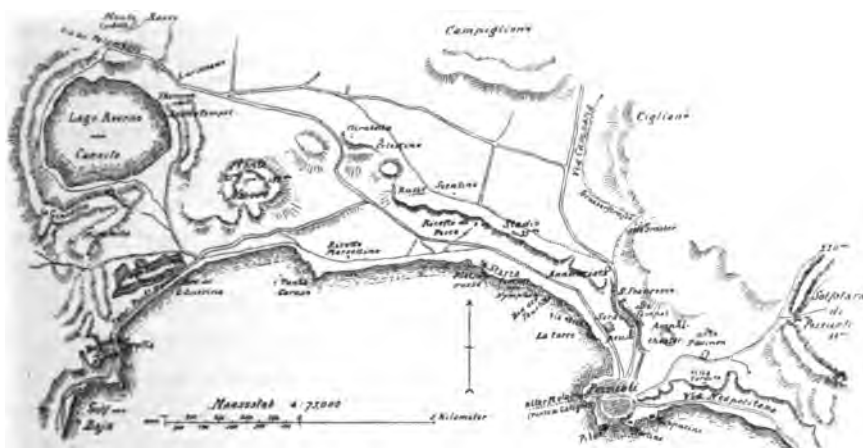


Fig. 1. Karte der Umgegend Pozzuolis
nach offiziellen Aufnahmen und dem Atlas zu Belochs Campanien im Massstabe von 1 : 75000 entworfen, mit Höhenangaben in Metern.

und zeigt nicht nur fortwährend — wenn auch in geringem Masse — Spuren vulkanischer Thätigkeit, sondern es sind auch Beispiele heftigerer Ausbrüche vorgekommen, namentlich im Jahre 1538, wo innerhalb weniger Tage, vom 29. September an, vor den Augen glaubwürdiger Berichterstatter ein Berg von etwa 130 m maximaler Höhe, allerdings mit einer beträchtlichen Vertiefung innerhalb eines Kraterwalles, der Monte nuovo (vgl. Karte) aus losen, mit Wasser gemengten vulkanischen Aschen und Steinen aufgethürmt wurde. Es geschah dies an

einer Stelle, wo bis zu genanntem Tage in völlig ebener Gegend ein Schwefelbad, Tripergole, gelegen hatte. Nehmen wir zu diesem wohlverbürgten Falle noch den — wohl ohne genügenden Grund angezweifelten — Ausbruch der östlich von Pozzuoli befindlichen berühmten „Solfatara" (s. Karte) hinzu, welcher im Jahre 1198 n. Chr. stattfand, so ergiebt sich, dass auch heftigere vulkanische Erscheinungen hier zu verschiedenen Zeiten vorgekommen sind, während in den Ruhepausen das Ausstossen von Schwefeldämpfen der Solfatara, das Ausströmen heisser Dämpfe an verschiedenen Punkten der Gegend von Bajae und Kumae, sowie in dem (östlich von dem Bereiche unserer Karte belegenen) kleinen Krater von Agnano — in dem sich auch die bekannte Hundsgrotte mit ihren Ausdünstungen von Kohlensäure befindet — ununterbrochen andauert.

Es ist keiner Frage unterworfen, dass eben diese vulkanische Thätigkeit für viele Geologen einen Grund dafür abgegeben hat, hier ausnahmsweise mancherlei Vorgänge und namentlich Schwankungen des Bodens für möglich zu erklären, welche man anderswo durchaus für unstatthaft halten würde, und es ist nicht zu verkennen, dass auch E. Suess, welcher dem „Serapis-Tempel von Pozzuoli" ein eigenes Kapitel widmet, sich diesem Standpunkt bedenklich nähert. Indessen lässt sich doch diese ganze Anschauungsweise, nach welcher der Boden vulkanischer Gebiete gewissermassen als hohl hingestellt und die Möglichkeit angenommen wird, als könne sich bei Gelegenheit vulkanischer Ausbrüche die Erdoberfläche wie eine Blase ausdehnen und emporheben, als durchaus veraltet bezeichnen. So gewichtige Autoritäten sich auch zu Anfang unseres Jahrhunderts für diese Ideen aussprachen und Beispiele für solche „Blasenhebungen" beizubringen suchten — Autoritäten, unter denen Hutton, Leopold von Buch, Elie de Beaumont, Dufrénoy zu nennen —, so hat man doch immer klarer erkannt, dass kein Vulkan durch solche innere Aufblähung des Erdreichs entstanden oder gewachsen ist, sondern dass es immer nur eine Art des Entstehens und des Wachsthums der Vulkane gegeben hat, nämlich das Ueberlagern von Massen, die aus dem Schlunde des feuerspeienden Kraters emporstiegen und dann — als Aschenregen oder Lavastrom — über den in seiner alten Lage verbleibenden Erdboden aufgelagert wurden.

Dass übrigens auf diesem Wege nicht unbedeutende Berge gebildet werden können, davon giebt nicht nur der Vesuv mit seinen seit dem Jahre 79 n. Chr. und namentlich seit 1631 oft wiederholten Ausbrüchen ein naheliegendes Beispiel, sondern auch der schon erwähnte Monte nuovo, welcher von Pozzuoli nur etwa 3 Kilometer in

westnordwestlicher Richtung entfernt ist, ein vulkanischer Berg, der so, wie er vor uns liegt, durch eine einzige Eruption gebildet ist. Es sind gerade hier die Behauptungen, als ob eine innere Auftreibung des Bodens vor der Eruption stattgefunden habe, aufs bündigste widerlegt, so dass auch die Gründe, welche Suess neuerdings für dieselbe geltend machen will, den Auseinandersetzungen von Poulet Scrope, Roth, Lyell, Fuchs und vielen anderen gewichtigen Autoritäten gegenüber als durchaus unzureichend erscheinen. [1])

Fragt man nun aber nach dem eigentlichen Grunde, weshalb manche Geologen so sehr darauf bedacht waren, für den Strand von Pozzuoli die Möglichkeit einer ungewöhnlich starken, in historischer Zeit vor sich gegangenen Bodenbewegung zu begründen, so ist es im wesentlichen immer nur ein Gegenstand, dem zu Liebe man eine Abweichung von allen sonst festgestellten Gesetzen zulassen wollte, nämlich das eigenthümliche Verhalten eben der Ruinen, welche gewöhnlich als die des Serapis-Tempels von Pozzuoli bezeichnet werden und unter diesem Namen in fast alle, auch in die elementarsten Lehrbücher der Geologie übergegangen sind.

Es ist allerdings richtig, dass man neben diesem Serapeum noch verschiedene andere Belege für eine schwankende Beschaffenheit des Grundes und Bodens der Umgebung Pozzuolis herbeizuschaffen versucht hat; augenscheinlich aber hat man sie nur zur Unterstützung der weitgehenden Folgerungen künstlich zusammen gesucht, welche man durch jenen Gegenstand allein zu begründen doch eine gewisse Scheu trug. Wie wir sofort sehen werden, sind sie nichts weniger als stichhaltig.

Zunächst möchten unter ihnen die eisernen Ringe zum Befestigen der Schiffe an den antiken Kaimauern von Nisida, von Pozzuoli selber und von Miseno zu erwähnen sein, welche an ersterem Orte etwa 3 m,

---

[1]) Das von Suess (II, S. 482) reproduzirte rohe Bild in Vogelperspective und sehr kleinem Massstabe mit übertriebenen Höhen, welches einem Abdrucke des Berichtes von Falconi, eines der Zeitgenossen, welche den Ausbruch des Monte nuovo beschrieben, beigegeben war, beruht auf phantastischer Combination und hat deshalb selbstverständlicher Weise nicht die mindeste Beweiskraft. Die Angabe, dass die „Trockenlegung des Strandes“ auf 200 Schritt, von welcher mehrere Augenzeugen reden, schon vor der Eruption erfolgt sei, ist so zu verstehen, dass sie allerdings vor dem Aufsteigen des Berges stattfand, aber doch erst nach Beginn des Aschenregens, der ihre wahre Ursache war; der Beginn der Katastrophe wird übereinstimmend in allen Berichten als ein „Bersten“ des Bodens bezeichnet, dem sofort der heftige und vom nördlich wehenden Winde bis in das benachbarte seichte Meer getriebene Aschenausbruch folgte. Auch ist zu beachten, dass die Trockenlegung des Strandes nur von sehr kurzer Dauer war. —

bei Pozzuoli 2 m und bei Miseno 1 m unter dem Meeresspiegel liegen, während sie zur Zeit der Erbauung dieser Kais sich ohne Frage etwa 1 m über dem Wasser befunden haben müssen. Dieser Umstand ist aber einfach die Folge des Einsinkens des ganzen Gemäuers in den nachgiebigen Untergrund und erledigt sich daher ohne Schwierigkeit in der oben ausgesprochenen Weise, und ganz das Nämliche gilt von den Pfeilern des gewöhnlich als Ponte di Caligola bezeichneten alten Molo von Pozzuoli, der von der Stadt aus in westsüdwestlicher Richtung weit in die See vorsprang. Diese Pfeiler, deren Reste noch zum Theil erhalten sind, haben ebenfalls Schiffsringe in einer Tiefe von 2 m unter Wasser, sind also seit dem Alterthum um ungefähr 3 m gesunken, was auch mit der niedrigen Lage der Bogenanfänge, die theilweise noch an ihnen zu sehen, vollkommen übereinstimmt. Nichtsdestoweniger hat man gerade diese Pfeiler als Belege für eine Bodenhebung benutzen wollen, welche seit der Römerzeit hier vorgegangen sein sollte, weil nämlich an zweien derselben — auffallender Weise nur an zweien und noch dazu in ungleicher Höhe, nämlich bei dem einen 1,3 m über dem Meeresniveau, bei dem andern 3 m darüber — sich Steinschichten finden, an welchen Bohrmuschellöcher, Wurmröhren und andere Spuren von Seethierresten zu sehen sind. Offenbar befanden sich also diese Steinlagen früher einmal unter Wasser; bedenkt man aber, dass — nach ausdrücklichen Angaben der Alten — gerade dieser Molo in den Zeiten der römischen Kaiser wiederholten Reparaturen unterworfen werden musste, so kann dem Umstande unmöglich irgend welche Bedeutung beigelegt werden. Es versteht sich ja von selbst, dass bei jedem derartigen Reparaturbaue Steinschichten, die zuvor sich unter Wasser befanden, von den Arbeitern in einem beliebigen höheren Niveau angebracht werden konnten, und daher darf man unmöglich dem englischen Geologen Babbage beipflichten, der gerade aus diesem Vorkommen sehr weitgehende Schlüsse auf ein Auf- und Abwärtssteigen des Bodens hat ziehen wollen. — Der zweite hier zu erörternde Punkt ist das Verhalten der flachen Uferstrecke im Nordwesten von Pozzuoli und insbesondere des Theiles derselben, welcher unter dem Namen la Starza bekannt und so auch auf der Karte bezeichnet ist. Die hier reichlich vorhandenen unter das Meeresniveau gesunkenen antiken Mauer- und Säulenreste können selbstverständlich nach allem, was über diesen Gegenstand bemerkt wurde, keineswegs als ein Beweis für ein Steigen des Meeres seit den Römerzeiten angesehen werden; ebensowenig aber darf man aus dem Umstande, dass hier zu verschiedenen Malen schmale Uferstrecken dem Meere abgewonnen wurden, ohne weiteres auf eine

eigentliche Landhebung oder gar auf ein hohes Mass derselben schliessen. Sehen wir die Verhältnisse, welche hier vorliegen, mit unbefangenen Augen an, so ergiebt sich, dass bei Pozzuoli ebensowenig wie bei Bajae und Neapel seit dem grauen Alterthum irgend welche bedeutende Veränderung vorgegangen ist. Und dennoch finden wir in manchen Schriften — geologischen und archäologischen Inhalts — die wahrhaft ungeheuerliche Behauptung, dass etwa seit dem Beginne der Völkerwanderung die ganze untere Stadt Puteoli „unter das Meer gesunken sei", um erst nach dem Jahre 1500 wieder emporzutauchen. Diese phantastische und offenbar auf sehr unklare geologische Vorstellungen begründete Annahme findet sich zum ersten Mal in einer Schrift aus dem Jahre 1580, Antichità di Pozzuoli betitelt, welche von einem gewissen Loffredo herrührt; er stellt die Vermuthung auf, dass 50 Jahre früher das Meer bis an den Steilhang gereicht hätte, welcher landeinwärts von der flachen Uferstrecke liegt, und dass man von den Höhen dieses Abhanges habe „in der See fischen können". Die Unmöglichkeit dieser Behauptung liegt im Grunde schon an und für sich klar auf der Hand; zu allem Ueberfluss aber existiren gerade aus den ersten Decennien des 16. Jahrhunderts bündige Urkunden, aus denen sich mit völliger Bestimmtheit das Gegentheil erweisen lässt. Diese Urkunden sind Schenkungen des Königs Ferdinand von Aragonien aus den Jahren 1503 und 1511, durch welche einmal der Stadt Pozzuoli, das andere Mal der Universität Uferstrecken, die kürzlich dem Meere abgewonnen, überlassen werden. Die Beweiskraft dieser Aktenstücke ist in der That so gross, dass sich Suess dagegen mit der Ausflucht zu behelfen sucht, „das Gebiet von Pozzuoli habe sich damals viel weiter nach Westen erstreckt als jetzt, es hätten also andere Uferstrecken gemeint sein können, als die Starza". Da nun aber nirgend anders als an eben dieser Starza oder in ihrer nächsten Nähe — namentlich nicht an dem westlich von Punta Caruso belegenen Ufer — irgend nennenswerthe Verlandungen beobachtet sind, so möchte dieser Einwand von selber fortfallen. — Der dritte Punkt, auf welchen insbesondere Suess hinweist, ist eine kleine warme Quelle, le Cantarelle genannt, welche ganz nahe bei den Ruinen selbst, etwas landeinwärts, aber in gleichem Niveau mit ihnen liegt. Wie wir sehen werden, ist die Höhe des Pflasterbodens jener Ruinen ungefähr die des Meeres, so dass bei einem Ansteigen desselben — wie es infolge anhaltender Süd- und Südwestwinde oft in nicht ganz unbedeutendem Masse stattfindet — der Meeresspiegel höher steigt. Ganz dasselbe gilt nun auch von der Therme, so dass in früheren Zeiten bei unvollkommenem Schutze nicht selten eine Ueberfluthung derselben statt-

finden musste. Genau dieses Verhalten schildern nun einige lateinische Verse, welche Suess einem vermuthlich von einem gewissen Petrus de Ebulo im Beginne des 13. Jahrhunderts verfassten Gedicht entnimmt, und auf welche er sich sonderbarer Weise beruft, um einen wesentlich höheren Meeresstand zu jener Zeit daraus zu folgern. „Wenn das Meer aufbraust", so heisst es in jenen Versen, „so wird die Quelle von den Wogen umstürmt" [2]); ein Ausspruch, der gewiss nicht gerechtfertigt gewesen wäre, wenn zu jener Zeit das Meer beständig ein höheres Niveau gehabt hätte, als heutigen Tages. Ueberhaupt hätten dann die Verse des Petrus de Ebulo keinen rechten Sinn gehabt, und so dürfen wir gerade aus ihnen den Schluss ziehen, dass zu der Zeit, wo sie verfasst wurden, eine auffallende Uebereinstimmung mit den jetzigen Verhältnissen geherrscht hat. Diese Zeit aber fällt, wie wir sehen werden, gerade in die Jahrhunderte, während deren man aus dem Verhalten der Ruinen des Serapeums eine sehr intensive Landversenkung hat folgern wollen.

Diese Ruinen und besonders die noch aufrecht stehenden drei Säulen derselben sind es also, auf welche im wesentlichen unser Augenmerk zu richten ist. Sie liegen, wie aus der Karte Fig. 1 zu sehen, im tieferen Theile Pozzuolis nahe dem Meere und nach Norden zu; den gegenwärtigen Zustand der Ueberreste dieses vielbesprochenen Baues stellt Fig. 2 nach einer neuen photographischen Aufnahme dar. [3]) Die Gestalt ist nahezu ein Quadrat von etwa 40 m Seitenlänge, das von einem Systeme von gemauerten Zellen umgeben ist, welche sich abwechselnd nach aussen und innen mit gewölbten Thoren öffnen. In dem Innenraume, parallel den Seiten desselben, befanden sich ehedem 28 monolithische Säulen aus Cipollin von korinthischer Ordnung, ohne Cannelirung, deren Schäfte mit Basis — die Kapitäle sind heruntergestürzt — nahezu $12\frac{1}{2}$ m hoch waren. Nur drei dieser Säulen — dieselben, welche schon der oben genannte Loffredo erwähnt — stehen noch; sie befinden sich an der nördlichen Seite, links von dem Eingange, der an der westlichen Seite, nach dem Meere zu liegt. Das Gemäuer der Zellen enthält, wie es in allen Beschreibungen hervorgehoben wird, Reste eines künstlichen Röhrensystems, das offenbar die Zuleitung grösserer Wassermengen ermöglichen sollte, und dessen Bedeutung noch zu erörtern sein wird. Die drei Säulen stehen auf

---

[2]) Cum mare fremescit, locus oppugnatur ab undis. Vgl. Suess, II, S. 477.

[3]) Die im Innern [zusammengestellten Werkstücke gehören sämmtlich nicht zu den Ruinen des Baues selbst, sondern sind willkürlich zusammengelesen. Der Mittelbau selbst, ein hoher Rundbau, der oben 16 Säulen und darüber eine Kuppel trug, ist gänzlich zerstört.



Figur 2. **Ruinen des sogenannten Tempio di Giove Serapide von Pozzuoli von NW. her gesehen,** nach einer photographischen Aufnahme.

einem Boden mit Mosaikpflaster und weisen in der Höhe von etwa $3^1/_2$ bis 6 m über demselben sehr zahlreiche, aber streng auf diese Zone beschränkte Bohrlöcher auf (vgl. Abb. Fig. 2), welche von Bohrmuscheln herrühren. Das Thier, welches sie hervorbrachte, war Lithodomus lithophagus L., eine im Mittelmeer häufige, etwa 10 cm Länge erreichende und bei gehöriger Grösse als Speise geschätzte Muschel, welche ausschliesslich in ganz geringer Tiefe nahe der Oberfläche des Meeres und mit Vorliebe in der Nähe des Strandes auftritt. Fig. 3 stellt die Schale dieser unseren gemeinen Miesmuscheln (Mytilus edulis L.) nahe verwandten Art dar. Das Thier unterscheidet sich von der Miesmuschel nur dadurch, dass der am vordern Theile der Schale belegene Fuss nicht, wie bei dieser, feste Stränge oder Fäden (Byssus) hervorbringt, an denen das Thier sich befestigt, sondern zum Drehen der Schale benutzt wird und auf diese Weise, wenn ein nicht zu hartes Material vorliegt, eine Bohrung hervorbringt. Die gewundenen Bohrkanäle erstrecken sich von der stark angefressenen Oberfläche ziemlich weit nach innen, wie Bruchstücke einiger Säulen, die beim Zerstören des Gebäudes umgestürzt wurden, deutlich ersehen lassen. Indessen ist wohl zu bemerken, dass nie eine Bruchfläche angebohrt wurde, sondern dass alle Bohrgänge von der ursprünglichen Oberfläche ausgehen. Ein solches angebohrtes Säulenfragment zeigt unsere Abbildung rechts von den drei aufrechten Säulen.



Fig. 3. **Die Schalen von Lithodomus lithophagus L. Sp.** In $^1/_2$ der natürlichen Grösse, die obere von aussen, die untere von innen gesehen.

Es ist allerdings einzuräumen, dass dieses Auftreten lebender Seethiere in so beträchtlicher Höhe über dem Meere, das offenbar erst nach der Erbauung des sogenannten Serapistempels stattgefunden haben kann, etwas Auffallendes und Räthselhaftes an sich hat. Es ist auch sehr wohl erklärlich, wenn man dabei zunächst an eine allgemeine Landhebung gedacht und die Bohrmuschelgänge der drei Säulen mit ganz ähnlichen — und auch in ähnlichem Niveau auftretenden — Anbohrungen gewisser fester Schichten in den natürlichen oder „gewachsenen“ Gesteinen des öfter erwähnten, das Ufer in einiger Entfernung begleitenden Steilhanges in Verbindung gebracht hat. Eine sehr einfache Betrachtung muss aber alsbald diese Idee als völlig unzulässig hinstellen, denn die Anbohrungen in jenen Felspartien können unbedingt in eine viel ältere als die historische Zeit versetzt werden — sie können hunderttausend Jahr alt und noch älter sein, ja man

darf sagen, dass für sie die Zeitbestimmung kaum mit der Dauer der gegenwärtigen geologischen Epoche abgeschlossen ist. In der That sind solche alte Strandlinien an den Küsten Italiens, welche man in verschiedenen Gegenden bis zur Höhe von mindestens 25 m über dem Meere gefunden hat, für den Geologen von grösster Wichtigkeit; sie beweisen, dass seit unvordenklichen Zeiten, weit vor dem ersten Aufdämmern der Geschichte des Menschengeschlechtes, ein äusserst langsames Emporsteigen der apenninischen Halbinsel und Siciliens über das Meer stattfand, und wir dürfen aus manchen Anzeichen schliessen, dass diese Bewegung heutzutage noch nicht ihr Ende erreicht hat. Sie ist indessen so wenig intensiv, so unmerklich, dass seit der Römerzeit, ja seit der ersten Besiedelung des Gestades von Cumae durch griechische Colonisten vor nahezu 3000 Jahren kaum eine mit Sicherheit messbare Spur derselben zu ersehen ist. Wie lange Zeit nun vergangen sein mag, seit die Bohrmuschelgänge und anderen Seethierspuren an dem Felshange bei Pozzuoli, welche man jetz in etwa 6 m Höhe wahrnimmt, sich im damaligen Meere bildeten, darüber möchte es sehr schwer halten irgend welche Angaben zu machen; allein im Hinblick auf den augenfällig niedrigen Betrag der Landhebung in den letztverflossenen Jahrtausenden und der an manchen anderen Orten gemachten Beobachtung, dass für solche Veränderungen des Meeresniveaus ein Bruchtheil eines Centimeters in einem Jahrhundert schon ein ganz namhaftes Mass darstellt, kann ein Zeitraum von reichlich 100000 Jahren dafür kaum als zu hoch gegriffen erscheinen. Hieraus aber ergiebt sich mit Entschiedenheit, dass die Bohrmuschelzone der drei Säulen von Pozzuoli, deren Errichtung mit Sicherheit in das erste oder zweite Jahrhundert nach Christo zu setzen ist, unmöglich mit jenen Muschelbohrungen an den gewachsenen Felsen unter einen Gesichtspunkt gebracht werden kann. Die Säulen hätten vielmehr erst gegen Ende der Römerherrschaft allmählich unter das Meer sinken müssen, um sich dann entweder, etwa um das Jahr 1000 n. Chr., in ähnlicher Weise nach und nach wieder zu heben, oder es müsste jene allmähliche Senkung bis etwa 1500 n. Chr. angedauert haben, um dann einer sehr raschen Hebung Platz zu machen. Da aber der letzteren Annahme, obwohl sie von Autoritäten wie Charles Lyell vertreten wird, selbst abgesehen von allen bereits angeführten Gründen auch noch der Umstand widerspricht, dass die drei noch vorhandenen Säulen ruhig in vertikaler Lage verblieben sind, was bei einer raschen und gewaltsamen Bewegung rein unmöglich gewesen wäre, so würde nichts übrig bleiben, als — in der Weise, wie es Roth thut — eine allmähliche Bewegung erst

nach abwärts, dann wieder nach oben anzunehmen. Bei dieser Art der Bodenschwankung, deren Beginn man überdies, wie noch zu erwähnen sein wird, infolge einer falschen Auffassung des Charakters des Gebäudes schon in die Römerzeit verlegen zu müssen glaubte, würde nun das Mass derselben sich auf mehr als 1 m in einem Jahrhundert stellen — also auf einen Betrag, welcher der Beobachtung

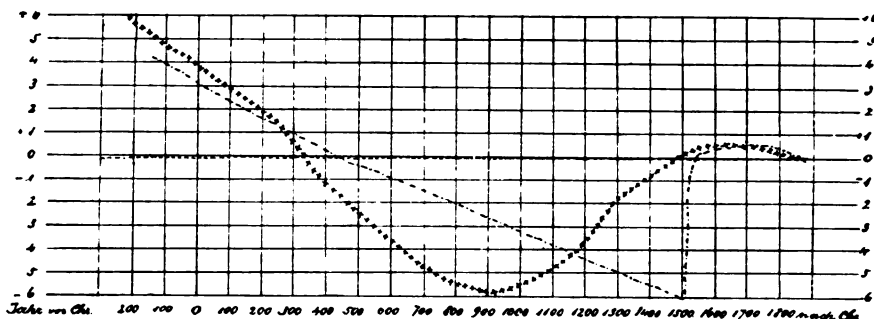


Fig. 4. Bewegungen des Landes bei Pozzuoli
in Bezug auf das jetzige Meeresniveau seit 2000 Jahren,

xxxxxxxxxxx nach den Annahmen von Roth.
—·—·—·— nach Lyell, Niccolini, Suess u. A.
·············· ungefähres Mass der höchstens zulässigen Annahme.
(Höhen in Metern.)

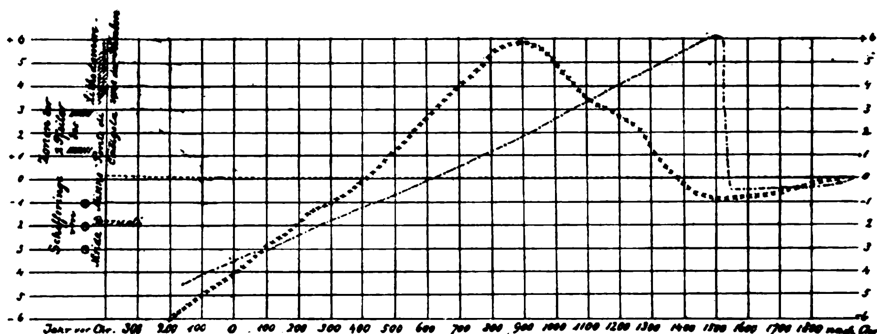


Fig. 5. Veränderungen des Meeresspiegels gegen das Land bei Pozzuoli
seit 2000 Jahren,

xxxxxxxxxxx nach der Annahme von Roth.
—·—·—·— nach Lyell, Niccolini, Suess u. A.
·············· ungefähres Mass der zulässigen Annahme.
(Mit verschiedenen auf diesen Gegenstand bezüglichen Höhenangaben in Metern.)

der Zeitgenossen unmöglich hätte entgehen können. Um die Veränderungen, welche dabei hätten stattfinden müssen, noch deutlicher zur Anschauung zu bringen, habe ich zwei graphische Darstellungen derselben beigefügt[4]), welche die für jedes Jahrhundert entfallende

[4]) In beiden Figuren erscheinen die Zeiten auf der Abscissenlinie, die während derselben stattgehabten Höhenunterschiede als Ordinaten.

Differenz sowohl bei Zugrundelegung der ersteren, wie der letzteren Annahme erkennen lassen, und zwar die erste so, dass das Meer als unveränderlich, das Land als fallend und steigend gedacht wird, die zweite — in welcher zugleich die Höhe der Bohrmuschelzone der Säulen, die der Schiffsringe von Pozzuoli, Nisida und Miseno u. s. w. eingetragen ist — in der Weise, dass das Land als feststehend, das Meer als auf- und absteigend angenommen ist. Es geht aus denselben ferner noch hervor, wie wenig die ganze Theorie von einer ausgiebigen Landesversenkung jener Gegenden mit verschiedenen Nachrichten über die Erbauung mittelalterlicher Kirchen in Neapel u. s. w. in Einklang zu bringen ist, unter denen die Kirche San Giovanni a mare, nur etwa $2^1/_2$ m über dem Meere und aus dem Jahre 1270 herrührend, wohl die wichtigste sein dürfte.

Ueberhaupt möchte in dem Mangel an Uebereinstimmung mit allen vorhandenen Nachrichten und Ueberlieferungen unstreitig der schwächste Punkt aller jener Annahmen liegen, nach welchen eine volkreiche, seit dem Alterthum ununterbrochen mit grösseren Niederlassungen verschiedenster Art bedeckte Küste auf Jahrhunderte spurlos aus der Welt verschwunden sein soll. Diesen Punkt hebt Niemand treffender hervor, als Goethe, welcher bereits im Jahre 1823 — zur Zeit, als die Versenkungstheorie Verbreitung zu finden begann — in einem besonderen Aufsatze, „ein architektonisch-naturhistorisches Problem“,[5]) die Unmöglichkeit dargelegt hat, dass Veränderungen von solcher Intensität, wie sie mit einem Steigen des tyrrhenischen Meeres um 20 Fuss hätten verknüpft sein müssen, selbst während der dunkelsten Pfaffen- und Ritterzeit hätten unbeachtet bleiben können. Man darf unbedingt hinzufügen, dass diese Worte auch dann noch ihre volle Berechtigung behalten, wenn man — wie dies Suess versucht — an Stelle eines allgemeinen Steigens des Meeresspiegels eine Landsenkung setzen wollte, welche sich auf die nähere Umgebung der Stadt Pozzuoli beschränkt hätte, da nächst Neapel gerade dieser Ort der bedeutendste der ganzen Gegend ist und sein Verschwinden selbst unter den Wirren der Völkerwanderung keinenfalls mit Schweigen übergangen sein würde.

Wenn diese Auseinandersetzungen Goethes bei den damaligen Geologen nicht die gebührende Beachtung und Anerkennung fanden, so liegt der Grund davon ohne Zweifel zu einem grossen Theil in der mangelhaften Art und Weise, wie er das Vorkommen der Bohrmuscheln (die er, wie dies früher oft geschah, irriger Weise als

---

[5]) Im 40. (letzten) Bande der Cotta'schen Ausgabe von 1840, S. 114 ff.

Pholaden bezeichnet) nun seinerseits zu erklären versucht. Er meint, die Ruinen seien durch vulkanische Asche verschüttet, inmitten dieses Aschenhaufens habe sich eine Stagnation süssen Wassers gebildet, und diese sei die Veranlassung geworden, dass Meeresmuscheln sich in so hohem Niveau ansiedeln konnten, denn der Salzgehalt des Seewassers habe durch die Auslaugung von allerhand Salzen aus jenen vulkanischen Aschen ersetzt werden können. Es liegt auf der Hand, dass diese Erklärung, so scharfsinnig sie auf den ersten Blick zu sein scheint, doch gekünstelt ist und Unmögliches voraussetzt; namentlich möchte der Umstand gegen sie geltend gemacht werden können, dass eine derartige Ansammlung angesalzenen Wassers, wenn sie längere Zeit hindurch Zufluss erhielt, sehr bald ausgesüsst und für die Existenz von Seemuscheln ungeeignet hätte werden müssen, während sie bei mangelndem Zustrom frischen Wassers in ganz kurzer Zeit ausgetrocknet sein müsste.

Ebensowenig befriedigend, wie diese Erklärung, darf unbedingt wohl auch die Vermuthung genannt werden, dass die Säulen des Serapeums früher schon einmal, und zwar im Meere, Verwendung gefunden hätten, bevor sie ihre jetzige Stelle erhielten. Ein solches Verfahren steht mit den sonstigen Gewohnheiten der Alten und mit dem Luxus, den sie bei ihren grösseren Bauten zu entfalten liebten, in zu schroffem Widerspruch, als dass man jene Annahme ernsthaft befürworten könnte.

Es bleibt also nichts Anderes übrig, als eine neue Antwort auf die Frage zu suchen, wie denn ein solches Auftreten lebender Lithodomen in einer Höhe von 6 m über dem Meeresspiegel während der Römerzeit möglich war. Bei dieser Untersuchung aber springt uns vor allen Dingen eine Thatsache in die Augen, welche sonderbarer Weise noch fortwährend von sehr vielen — namentlich geologischen — Schriftstellern unbeachtet gelassen wird, wiewohl sie archäologisch über allem Zweifel feststeht, nämlich die, dass das sogenannte Serapeum durchaus kein Tempel, weder des Jupiter Serapis noch irgend eines anderen Gottes, gewesen sein kann.

Die Gründe, weshalb man überhaupt diese Bezeichnung für die in Frage kommenden Ruinen wählte, sind entschieden der allerleichtfertigsten Art. Es ist nämlich in einem Dokument aus der Römerzeit — aus dem Jahr 105 vor Christo —, in der viel genannten, auch von E. Suess l. c. S. 476 herangezogenen lex parieti faciundo, von einem Serapis-Tempel die Rede, welcher im unteren Theile von Puteoli, dem alten Pozzuoli, nahe am Meeresstrande lag. Als man nun um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die Ruinen bloslegte, von denen

bis dahin nur die drei Säulen aus Schutt und Buschwerk emporgeragt hatten, und in ihnen oder in der Nähe eine Büste des Jupiter Serapis fand, da glaubte man — wie das in solchen Fällen zu geschehen pflegt — sofort mit Sicherheit das in jenem alten Aktenstücke genannte Bauwerk aufgefunden zu haben. Es bedarf indessen nicht einmal eines Hinweises auf den immerhin nicht unbeträchtlichen Zeitunterschied — die Erbauung des hier in Frage kommenden Gebäudes ist etwa zwei Jahrhunderte später zu setzen als jenes Dokument —, um darzuthun, wie voreilig ein solcher Schluss war, denn das Aussehen und die Bauart der Ruinen lässt mit Bestimmtheit erkennen, dass hier ein antiker Profanbau vorliegt. Was in dieser Beziehung namentlich Beloch in einem archäologischen Werk über „Campanien“ (Berlin 1879) bemerkt, ist völlig überzeugend. Beloch legt dabei in ganz richtiger Weise einen grossen Werth auf die Aehnlichkeit des sogenannten Serapeums von Pozzuoli[6]) mit dem antiken Schlachthause, dem Macellum in Rom, dessen Bauart aus alten Münzen und Abbildungen ziemlich vollständig bekannt ist. Hier wie dort findet sich ein viereckiger Bau aus Zellen mit einem Innenraum, dessen Seiten mit einer Reihe von Säulen besetzt waren, hier wie dort ein nicht sehr umfangreicher aber hoher, kuppeltragender Mittelbau. Was letzteren anlangt, so muss er bei dem Gebäude in Pozzuoli mit besonderer Sorgfalt hergestellt sein, da man bei der Ausgrabung um die Mitte vorigen Jahrhunderts sechzehn unversehrte Säulenschäfte aus gelbem Marmor im Schutte fand, die bei dem Bau einer Kapelle für das Schloss von Caserta Verwendung fanden. Sie standen ohne Frage auf einem gemauerten Rundbau in ziemlicher Höhe und stützten in ähnlicher Weise, wie dies durch Abbildungen und Münzen für das römische Macello nachgewiesen, eine Kuppel. Indessen geht doch Beloch augenscheinlich zu weit, wenn er aus solchen Aehnlichkeiten mit Bestimmtheit folgern will, dass das sogenannte Serapeum von Pozzuoli auch ein Macellum gewesen sein müsse. Ein ähnlicher Zweck genügte offenbar, um eine derartige Uebereinstimmung im allgemeinen Charakter der Bauwerke zu bedingen, und deshalb dürfen wir aus letzterem zunächst nur die profane Natur des angeblichen Serapis-Tempels folgern.

Um die eigentliche Bestimmung desselben genauer festzustellen, müssen wir jedenfalls auf verschiedene Nebenumstände Rücksicht nehmen, unter denen zuvörderst das bereits erwähnte Röhrensystem

---

[6]) Auch des sogenannten Serapeums von Pompeji, das man nur wegen seiner Aehnlichkeit mit unseren Ruinen mit diesem Namen belegt hat.

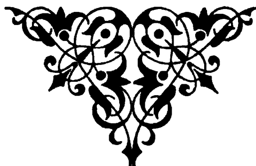
in dem umgebenden Gemäuer in Betracht kommt. Unbedingt muss dasselbe die Idee hervorrufen, dass es sich hier um die Füllung eines grösseren Wasserbassins handelte, und dieser Umstand hat denn auch — wohl in Verbindung mit der Nachbarschaft einer warmen Quelle — die Vermuthung veranlasst, dass die Ruinen einer Badeanlage angehört hätten. Indessen ist der Grundriss des Gebäudes hiermit durchaus nicht in Einklang zu bringen, und es möchte schwerlich eine andere Annahme übrig bleiben, als die, dass es sich um einen Wasserbehälter zu Tafelzwecken, für Austern oder Fische, um eine der bei den Römern so häufigen Piscinen handelt. Für diese Vermuthung spricht denn auch in hohem Grade ein zweites Moment, nämlich die Höhe, welche man für das Mosaikpflaster wählte. Wie schon bemerkt, befindet sich dasselbe ungefähr im Niveau des Meeres, und das war offenbar für einen Wasserbehälter, der zu Zeiten gereinigt werden musste, eine sehr zweckmässige Einrichtung; man konnte stets ohne Schwierigkeit nicht nur das Wasser aus dem Behälter, sondern auch einen zum Ausspülen erforderlichen Wasserstrom ins Meer abfliessen lassen. Keine andere Bestimmung des Gebäudes giebt eine so einfache Erklärung für diese Lage des gepflasterten Bodens; die Annahme, als ob ein Tempel vorläge, hat, wie ich schon oben andeutete, die merkwürdigsten Folgerungen hinsichtlich einer Höhenveränderung schon zur Römerzeit veranlasst, welche ebenso unhaltbar sind, wie die Hypothese von dem Versinken der ganzen Gegend während des Mittelalters. Wenn wir dagegen die Deutung unserer Ruinen als die einer Piscina festhalten, so erklärt sich auf ebenso einfache Weise auch noch ein anderer Umstand, welcher sonst immerhin befremdlich erscheinen könnte, obgleich man auch ihn mit Hülfe der Hypothese einer Landsenkung in alten Zeiten hat beseitigen wollen, nämlich das Vorhandensein eines älteren Mosaikpflasters etwa $1\frac{1}{2}$ m unter dem jetzigen. Nimmt man an, dass die Anlage dieses tieferen Pflasters, welche offenbar eine leichtere Füllung, aber eine um so schwierigere Entleerung und Reinigung des Behälters zur Folge haben musste, sich eben aus letzterem Grunde nicht bewährte, und dass man sie deshalb durch das Anbringen eines neuen Bodens in der ungefähren Höhe des Meeresspiegels ersetzte, so ist jede Schwierigkeit gehoben. Vor allen Dingen aber sind nun die Bohrungen der Lithodomen an den Säulen so einfach wie nur möglich erklärt; denn eine Füllung des Innenraumes dieser Piscina mit Seewasser, welche man selbstverständlicher Weise für gewöhnlich auf einer nicht unbeträchtlichen Höhe halten musste, gab von selbst alle Bedingungen für die Existenz von Seethieren in den ihnen zukommenden Höhenschichten der Piscina.

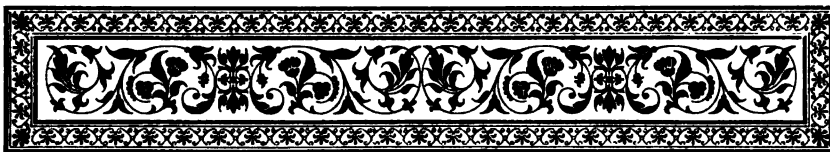
So konnte denn auch die Ansiedelung der Bohrmuscheln an den Säulen ganz von selbst in dem ihnen naturgemässen Niveau zu stande kommen, obwohl man sie an dieser Stelle gewiss nicht wünschte oder gar absichtlich herbeiführte; es ist sogar für das Zustandekommen jener Bohrungen gleichgültig, ob man die Lithodomen überhaupt in dem Bassin zu haben wünschte, oder ob sie oder ihre Larven nur zufällig mit dem Seewasser hineingeriethen. Da diese Thiere sich ausschliesslich nahe der Oberfläche des Meeres aufhalten, so wird es auch ganz von selbst verständlich, weshalb nur eine gewisse Zone der Säulen angebohrt wurde, denn der Wasserstand in dem Behälter muss doch in der Regel in einem bestimmten Niveau gehalten und nach jeder Reinigung und vorübergehenden Entleerung möglichst rasch wieder hergestellt sein. So blieb nothwendiger Weise der untere Theil der Säulen frei von Bohrlöchern, denn in grösserer Tiefe fanden diese Thiere ihre Lebensbedingungen nicht mehr. Gerade dieser Umstand aber würde bei der Annahme einer allmählichen Versenkung des Gebäudes unter den Meeresspiegel völlig unerklärt bleiben, denn wie wäre es möglich gewesen, dass alsdann die Lithodomen von Anfang an nicht schon die Säulenschäfte angebohrt haben sollten, welche unter den obwaltenden Umständen weder von Schlamm hätten bedeckt sein können, noch auch so rasch unterzusinken vermochten, um eine Ansiedelung der Bohrmuschel auszuschliessen?

Das Vorhandensein eines solchen antiken Seewasserbehälters im unteren Theile von Pozzuoli hat nun aber ohne Frage nichts Befremdendes. Dass solche Piscinen überhaupt für die Römer etwas Alltägliches waren, erhellt aus den zahlreichen Ruinen derselben, die man in der ganzen Umgegend findet, und nimmt man dazu die Ostrearien oder Austernbehälter an der Küste, deren Vorhandensein durch antike Abbildungen verbürgt ist, so möchte nicht zu bezweifeln sein, dass die Bedingungen für eine derartige Anlage hier in besonders hohem Masse vorhanden waren. Die Römer machten freilich von allen diesen Dingen nicht viel Aufhebens, so dass weder die grossartigen Piscinen, die sogenannten Labyrinthe, im oberen Theile von Pozzuoli, in der Nachbarschaft des Amphitheaters, noch auch die berühmte Piscine von Miseno in ihren Schriften, so weit sie uns erhalten sind, erwähnt werden. Andererseits aber kann uns ein grösseres Seewasserbassin für Fische und Muschelthiere gerade an der Stelle, wo die Ruinen des sogenannten Serapeums liegen, nicht im mindesten überraschen; wenn man berücksichtigt, dass die in der oberen Stadt, in der Nähe des Circus belegenen Piscinen ohne allen Zweifel für Süsswasserfische bestimmt waren, so bildet das Reservoir für Seethiere

in der Nähe des Meeresstrandes ganz naturgemäss eine Ergänzung dieser Anlagen, welche bei der Lebensweise der alten Römer geradezu als geboten erscheint.

So gelangen wir, wenn wir nur den Irrthum abgestreift haben, als müsse hier ein Tempel vorliegen, ganz von selbst zu einer einfachen und sachgemässen Erklärung des Vorkommens der Lithodomen an den drei alten Säulen von Pozzuoli, zu deren Rechtfertigung kaum noch ein Wort hinzuzufügen sein möchte, während jede andere Deutung dieses Vorkommens die unnatürlichsten Annahmen zur Folge hatte. Der wesentlichste Gewinn jener neuen Erklärung möchte jedenfalls der sein, dass sie die Geologie von einer unnatürlichen Behauptung befreit, welche zu allen wohlbegründeten Thatsachen und Gesetzen in offenbarem Gegensatze steht, deren grosse Verbreitung in den Lehrbüchern daher als ein empfindlicher Schaden für diese Wissenschaft bezeichnet werden muss.





Ueber die beobachteten Erscheinungen auf der Oberfläche des Planeten Mars.

Von

Prof. J. V. Schiaparelli,

Direktor der königl. Sternwarte zu Mailand.*)

(Fortsetzung.)

IV.

Auf der dem ersten Hefte beigelegten Tafel I erkennt man, dass der grosse Meerbusen, welcher unter dem Aequator des Planeten in der Umgebung des 290. Längengrades gelegen ist, sich gegen Norden hin bis über den 45. Parallelkreis hinweg durch ein langes Anhängsel, die Nilosyrtis, verlängert. Es ist ein gewöhnlich sehr dunkler Streifen, der sogar (möglicherweise infolge einer Contrastwirkung, welche die umgebenden leuchtenden Gebiete hervorrufen) zuweilen ganz schwarz erscheint. Seine Breite beträgt etwa 4^0 bis 5^0 ($1^0 = 60$ km.) und scheint in seinem nördlichen Theile vom 20. Grade nördlicher Breite beginnend, völlig die gleiche zu bleiben. Seine Ränder sind scharf begrenzt und in ganz regelmässiger Weise gekrümmt. Sie haben zwar den Anschein, als ob sie sehr fein ausgezackt seien, aber es ist mir doch niemals gelungen, diese vermutheten Zacken wirklich einzeln zu sehen. Wenn man nun die dunklen Flecke auf dem Planeten Meere nennt, so muss man füglich eine wie oben beschriebene Gestaltung als einen Kanal bezeichnen; wir wählen diesen Namen unter der in unserm vorangegangenen Artikel ausgesprochenen Reserve, ohne uns über die wahre Natur dieser Gegenstände auszusprechen. Die Nilosyrtis ist nicht der einzige Kanal auf dem Mars, aber der bei weitem grösste und am leichtesten sichtbare unter ihnen. Man findet ihn deshalb bereits in den Zeichnungen von Schröter[8]) verzeichnet, während er

*) Aus dem Originaltexte übersetzt durch die Redaktion und revidirt vom Verfasser.

[8]) Areographische Beiträge, herausgegeben von H. G. van de Sande Bakhuyzen, Leipzig 1881. Man betrachte beispielsweise die Zeichnung No. 105 (20. November 1798).

in den letzten dreissig Jahren von einer grossen Zahl von Beobachtern gesehen worden ist. Im Jahre 1858 erkannten Secchi und Dawes das Vorhandensein anderer ähnlicher Bildungen mit mehr oder weniger Sicherheit, während deren Zahl sich in letzter Zeit in unerwarteter Weise vermehrt hat. Heute kann man nicht mehr daran zweifeln, dass diese Kanäle alle continentalen Regionen des Planeten mit einem sehr complicirten Netzgewebe überziehen.

Der Planiglobus I. im ersten Hefte dieser Zeitschrift stellt eine schematische Uebersichtskarte dieses Netzes dar und enthält nahezu alle Kanäle, deren Existenz ich mit Sicherheit durch die Beobachtungen während der sechs Oppositionen des Planeten zwischen 1877 und 1888 nachweisen konnte. Durch das Wort „schematisch" will ich andeuten, dass die Linien oder Streifen des Netzes auf der Karte so gezogen sind, dass sie ungefähre Länge und Richtung aller dieser Kanäle, ihre Lagenverhältnisse zu einander und die Formen der vieleckigen Gebilde angeben, welche durch diese Linien begrenzt sind, ohne jedoch auf die Nüancirung der Farbe oder der Helligkeit, ihre Breite (mit Ausnahme der ungewöhnlich breiten Nilosyrtis) oder endlich ihre mehr oder weniger bestimmte Begrenzung an den beiden Rändern und ihre Verdoppelung Rücksicht zu nehmen, welche letztere bei vielen derselben zu bestimmten Epochen stattfindet. In Wirklichkeit sind diese Sichtbarkeitsumstände, die Breite und die Form der Kanäle von einer Opposition zur andern, und selbst von einer Woche zur andern während derselben Opposition, mehr oder weniger veränderlich. Und zwar sind diese Veränderungen nicht gleichzeitig für alle Kanäle, sondern können in derselben Region und zu derselben Epoche von einem zum benachbarten Kanal sehr verschieden auftreten. Daraus folgt, dass man wohl eine Darstellung dieser Kanäle für einen bestimmten Zeitpunkt, aber unmöglicherweise eine Karte derselben geben kann, welche für alle Zeiten gilt. Man darf deshalb nicht erwarten, dass der wirkliche Anblick der Kanäle des Mars der Wiedergabe auf unserer Tafel I. genau oder auch nur ungefähr gleiche; denn solche Aehnlichkeit ist weder in absoluter Weise noch für eine etwas längere Zeitspanne möglich. Jeder Kanal bezeichnet deshalb auf unserer Karte nur eine Linie oder vielmehr einen schmalen Streifen, auf welchem sich zu gewissen Zeiten jene verschiedenen Erscheinungen entwickeln können, welche sich auf einen bestimmten Kanal des Planeten beziehen. Man sieht also, dass diese Karte, soweit sie sich auf die Kanäle bezieht, nur eine Art von topographischem Index abgeben soll, welcher für das Verständniss und die Hinweisung auf die sehr zahlreichen und sehr veränderlichen Details nöthig ist, die man

jeden Augenblick in den verschiedensten Gebieten wahrnimmt. Eine solche Darstellung kann deshalb nicht zur Beschreibung des physischen Anblicks der Kanäle dienen, aber sie genügt vollständig, uns die geometrischen und topographischen Eigenthümlichkeiten dieses Netzes und der Elemente, welche es zusammensetzen, zu zeigen.

Man erkennt zunächst, dass die meisten Kanäle ungefähr in Theilen grösster Kreise auf der Oberfläche des Planeten verlaufen, von welcher Regel es jedoch Ausnahmen giebt, wie bei dem Phasis, dem Simois, Gehon, Indus, der Boreosyrtis und ganz besonders bei der Nilosyrtis hervortritt.

Ferner bemerkt man noch eine andere Eigenthümlichkeit, die völlig allgemein auftritt: Jeder Kanal mündet an seinen beiden Enden entweder in ein Meer oder in einen See, oder auch in einen anderen Kanal oder schliesslich in eine Kreuzung mehrerer derselben. Ich erinnere mich nicht, jemals eine dieser Linien plötzlich inmitten eines continentalen Gebietes abgebrochen beobachtet zu haben, so dass sie einen isolirten Zweig ohne weitere Verbindung bildete. Diese Thatsache ist von der grössten Wichtigkeit für die Erkenntniss der Natur dieser Gebilde.

Die Kanäle können einander unter allen möglichen Winkeln schneiden. Es giebt auf dem Planeten mehrere Stellen, wo sich drei, vier, selbst sechs und sieben derselben auf einem engen Raume treffen; dieser letztere ist dann gewöhnlich durch eine dunklere Stelle ausgezeichnet, durch einen See, dessen Ausdehnung und Aussehen zwischen gewissen Grenzen variiren können. Ein besonders ausgezeichneter Knotenpunkt dieser Art ist der Lacus Phoenicis (Länge 108°, südliche Breite 16°), welcher durch das Zusammentreffen von sieben Kanälen, dem Agathodaemon, Eosphoros, Phasis, Araxes, Eumenides, Pyriphlegethon und Iris, gebildet wird, so dass dieselben von jenem See in ziemlich regelmässiger Sternform ausstrahlen. Ein anderer etwas weniger regelmässiger Knotenpunkt, Trivium Charontis genannt (unter 195° Länge und 17° nördlicher Breite gelegen), entsteht durch die mehr oder weniger centrale Begegnung des Cerberus, Laestrygon, Tartarus, Orcus, Erebus, Hades und Styx. In den Lacus Ismenius (335° Länge und 40° nördlicher Breite) münden der Euphrates und seine nördliche Verlängerung, ferner der Protonilus, der Deuteronilus, Astaboras, Hiddekel und Jordanis. Man kann endlich noch mehrere andere ähnliche Beispiele auf der Karte bezeichnen, wie die Propontis, den Lacus Niliacus, den Lacus Tithonius, den Lacus Lunae und

den Nodus Gordii, welcher letztere der ausgedehnteste aber zugleich der am wenigsten deutliche unter diesen Knotenpunkten ist.

Weiter zeigt das Studium der Karte, dass die Länge der Kanäle sehr verschieden sein kann; einige derselben sind kaum mehr als 10° bis 15° lang (Xanthus, Scamander, Eosphoros, Nectar, Ambrosia, Issedon). Andere hingegen dehnen sich ohne jede Unregelmässigkeit längs einer Linie aus, die oft den vierten Theil des ganzen Planetenumfanges einnimmt; zu diesen gehört der Euphrates, der sich mit seiner nördlichen Verlängerung vom Aequator bis beinahe zum Nordpol erstreckt, und der Erebus-Acheron, welcher mindestens 90° umfasst: ja, wenn man einerseits den Dardanus, andererseits den Cerberus als dessen Verlängerungen ansieht, welche sich in der That ohne merkliche Unstetigkeit ihm anschliessen, so bilden diese zusammen eine Linie von mehr als 160° Ausdehnung, vom Lacus Niliacus bis zum Mare Cimmerium.

Die grosse Gleichförmigkeit und die Zusammensetzung dieses Kanalsystems ist so seltsam und überraschend, dass man unwillkürlich dazu gedrängt wird, in der Vertheilung dieser Linien irgend ein einfaches Gesetz zu suchen, ähnlich so wie Elie de Beaumont ehemals den Verlauf der grossen Gebirgszüge der Erde seinem berühmten pentagonalen Liniensysteme glaubte unterordnen zu können. Ich bin jedoch der Meinung, dass eine solche Untersuchung gegenwärtig noch wenig Aussicht auf Erfolg haben würde, um so mehr als man nicht vergessen darf, dass unsere zu Grunde liegende Skizze zu solchem Zwecke durchaus noch nicht genau und vollständig genug sein würde.

Ich will es im Folgenden versuchen die verschiedenen physischen Zustände, unter welchen ein beliebiger Kanal auf dem Planeten erscheinen kann, ganz allgemein zu charakterisiren.

a) Ein Kanal kann längere oder kürzere Zeit unsichtbar sein; wozu bemerkt werden muss, dass es sich dabei nicht um die Unsichtbarkeit wegen ungünstiger Beobachtungsumstände, sondern um eine wirkliche Unsichtbarkeit handelt, welche auch bei solchen Fernrohrbildern bestehen bleibt, die denselben Kanal zu anderen Zeiten genügend gut gezeigt haben würden. Ferner sind bei dieser Frage des Unsichtbarwerdens die optischen Mittel in Betracht zu ziehen, über die ich bei diesen Untersuchungen verfügen konnte;[9]) die Mög-

[9]) Während der Oppositionen von 1877, 1879—80, 1881—82 und 1884 wurde ein Merzscher Refraktor von 8 Zoll Oeffnung, während der Opposition von 1888 ein solcher von 18 Zoll von demselben Verfertiger angewendet. Die Opposition von 1886 wurde theils mit dem einen theils mit dem andern Instrumente beobachtet, welche beide wohl zu den vorzüglichsten unter den existirenden Instrumenten von gleichen Dimensionen zu zählen sind.

lichkeit ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass man diese selben Objekte [trotzdem noch mit kräftigeren Instrumenten sehen kann. Hier ein besonders auffälliges Beispiel einer solchen Unsichtbarkeit. Während der beiden Abende des 2. und 4. Oktober 1877 bei ganz vorzüglicher Luft und einem Durchmesser des Planeten von 21″ war das Landgebiet zwischen dem Margaritifer Sinus und dem Aurorae Sinus völlig hellleuchtend und durch keinen Kanal oder irgend eine Spur von Flecken unterbrochen. Von Indus, Hydaspes, Jamuna, Hydraotes war keine Spur zu sehen. Dieser selbe Zustand blieb noch bis zum 7. November bei einem Durchmesser des Planeten von 15″ bestehen. Vier Monate später, am 24.—26. Februar 1878, war der Indus leicht sichtbar, nachdem sich die scheinbare Planetenscheibe bis auf 5″.7 verkleinert hatte.[10]) Während der Opposition von 1879 blieb der Indus immer zweifellos sichtbar; am 21. Oktober (bei 19″ scheinbarem Durchmesser) erschien der Hydaspes zum ersten Male, und am 27. November (17″.5 Durchmesser) bemerkte ich zuerst die Jamuna, immer in derselben Region. Am 28. November waren alle drei, Indus, Hydaspes und Jamuna breit, schwarz und auf den ersten Blick zu erkennen. Der Hydraotes wurde 1882 entdeckt, bei einem scheinbaren Durchmesser von 14″. Alle diese Kanäle sind mehr oder weniger während aller folgenden Oppositionen des Planeten sichtbar geblieben; doch sind letzthin (1888) der Indus und Hydaspes wieder sehr schwierig geworden. — Um den Leser nicht durch Aufzählung weiterer Beispiele zu ermüden, mag es hier als bewiesen gelten, dass die Kanäle des Mars zu bestimmten Epochen unsichtbar werden können, und ich will dem noch mit aller Reserve hinzufügen, dass nach meinen Beobachtungen diese Epoche des leichtesten Unsichtbarwerdens die des südlichen Solstizes des Planeten[11]) zu sein scheint: eine Meinung, welche durch künftige unter günstigeren Umständen und mit kräftigeren Instrumenten anzustellende Beobachtungen zu bestätigen sein wird.

b) In vielen Fällen machte sich die Gegenwart eines Kanals dem Auge in sehr unbestimmter Weise durch einen leichten Schatten

---

[10]) Für unsere weniger eingeweihten Leser erlauben wir uns hier einzuschalten, dass durch die wechselnde Entfernung des Mars von uns sein scheinbarer Durchmesser solchen Schwankungen unterworfen ist, wie hier namentlich deswegen angegeben wurde, um zu zeigen, dass gerade während alles Detail auf dem Planeten durch seine wachsende Entfernung sich allmählich verkleinerte und folglich schwerer sichtbar wurde, dagegen jene neuen interessanten Details ganz unerwartet erschienen, die ehedem unter weit günstigeren Verhältnissen unsichtbar geblieben waren. Anm. d. Red.

[11]) Wenn also die Sonne am höchsten über der südlichen Halbkugel des Mars, unserm Wintersanfang entsprechend, steht. Anm. d. Red.

bemerklich, welcher sich unregelmässig längs desselben hinerstreckte. Dieser Zustand ist schwer genau zu beschreiben; er bildet in gewissem Sinne die Grenze zwischen der Sichtbarkeit und der Unsichtbarkeit des betreffenden Objektes. Manchmal habe ich wahrzunehmen geglaubt, dass diese Schatten eigentlich nur infolge einer Verdunkelung der röthlichen Farbe der umgebenden Landdistrikte entstehen, welche Verdunkelung zuerst nur gering ist und sich deshalb nur wegen ihrer ziemlich bedeutenden Breitenausdehnung bemerkbar macht, deren Grösse oder Grenzen man jedoch nicht angeben könnte. Bei anderen Gelegenheiten erschien dagegen ein grauer, verwaschener Streifen, wie eine leichte, langgestreckte Wolke. Durch die eine oder die andere dieser unbestimmten Formen habe ich im Jahre 1877 zuerst die Existenz des Phison (4. Oktober), Ambrosia (22. September), Cyclops (15. September), Eunostos (20. Oktober) und vieler anderer Kanäle erkannt und ähnliche Beispiele wären auch aus den folgenden Oppositionen aufzuweisen.

c) Sehr oft haben die Kanäle das Aussehen eines grauen an beiden Seiten verwaschenen Streifens, welcher in der Mitte ein mehr oder weniger scharf ausgesprochenes Maximum der Dunkelheit darbietet. Dieser Zustand kann variiren, je nachdem dieses centrale Maximum vorherrscht oder die nebelhafte Umgebung zu beiden Seiten, und zwar sowohl in Bezug auf die Breite wie die Intensität. Die so geformten Streifen sind gewöhnlich ziemlich regelmässig, ohne dass jedoch gewisse Anomalien in der Breite und der Tiefe des Schattens ausgeschlossen wären, welche die Kraft des angewandten Fernrohrs gewöhnlich wohl muthmassen, selten aber mit Sicherheit nachweisen kann. Eine zu beiden Seiten verschiedene Struktur ist sehr selten; dieser Fall ist unzweifelhaft nur am 30. Januar 1882 beim Gehon konstatirt, dessen linke Seite[12]) allein nur verwaschen war, während die andere scharf begrenzt erschien; ferner auch noch beim Euphrates am 19. desselben Monats, der sich nebelhaft links und scharf begrenzt rechts zeigte. Im Jahre 1879 besassen mehrere Kanäle ihrer Länge nach eine ungleiche Struktur, welche nach und nach von einem Ende zum andern wechselte; Laestrygon, Tartarus, Titan, Gigas, Gorgon, Sirenius waren schmal, schwarz und scharf begrenzt an ihrem südlichen Ende, welches in das Mare Cimmerium oder in das Mare Sirenum mündet; indem sie dagegen weiter nach Norden in das

[12]) Das Bild ist immer umgekehrt zu denken, wie man es im astronomischen Fernrohr sieht und wie es auch die Karte zeigt.

Landgebiet eindringen, erweiterten sie sich zu einer Art von Kometenschweif und endeten auf ihrem nördlichen Endpunkte als breiter, schlecht begrenzter Schatten. Im selben Jahre verliess der Astapus die Nilosyrtis sehr schmal und scharf begrenzt. Er verbreiterte sich darauf bedeutend und verlor sich dann in der Nähe des Alcyonius als ausgedehnter und sehr leichter Schatten. Namentlich infolge solcher Ungleichheiten in den umgebenden Kanälen nimmt das helle Gebiet, welches Elysium benannt wurde, oft eine kreisförmige Gestalt an, obgleich diese Kanäle, als geometrische Linien betrachtet, einen pentagonalen Raum einschliessen.

d) Der vollkommene Typus der Kanäle, wie ich ihn als Ausdruck ihres normalen Zustandes betrachte, ist eine dunkle, manchmal völlig schwarze, scharf begrenzte Linie, welche wie mit der Feder auf die gelbe Oberfläche des Planeten gezogen zu sein scheint. Das Aussehen der Kanäle in dieser Phase ihrer Existenz ist mit sehr wenig Ausnahmen völlig gleichförmig auf ihrer ganzen Länge; ihr allgemeiner Lauf ist regelmässig und während seltener Gelegenheiten, welche mir gestatteten die beiden Ränder deutlich getrennt wahrzunehmen, habe ich daran sehr kleine Krümmungen oder Zacken bemerkt. Dieser Fall zeigte sich 1879 bei Euphrates und Triton und beim Ganges 1888. Jeder Rand ist im übrigen scharf gezogen, ebenso scharf wie die Ränder der Continente gegen die Meere.[13] Die Breite der Kanäle untereinander ist sehr verschieden. Die Nilosyrtis erreicht oder übersteigt selbst 5° (300 Kilometer), während andere Kanäle wie der Galaxias, Issedon, Anubis und Erinnys im Jahre 1882, der Aethiops im Jahre 1888 zu blossen Linien ohne bemerkliche Breite zusammenschrumpften, demnach also wahrscheinlich kaum mehr als 1° (60 Kilometer) breit sind. Diese Breite ist mit sehr wenigen Ausnahmen gleichförmig, doch waren Jamuna und Iris im Jahre 1879, Hades und Athyr 1882 und endlich Nilokeras 1886 sichere Beispiele von Kanälen, welche an einem Ende breiter waren als am andern.

Die Breite desselben Kanals kann mit der Zeit zwischen sehr verschiedenen Grenzen wechseln; von einem kaum bei den besten atmosphärischen Umständen sichtbaren Faden bis zum breiten schwar-

---

[13]) Diese scharfe Begrenzung zwischen den Continenten und den Meeren des Mars wird von einigen Beobachtern völlig geleugnet. Ein Blick auf den Planeten, so wie ihn unsere beiden Refractoren in Mailand zeigen, würde genügen, um ihre Zweifel zu vertreiben. Jedoch sind hiervon jene Regionen, deren Natur zwischen denen der Meere und Continente schwankt, ausgenommen. Man sehe deswegen unsern Artikel II.

zen, auf den ersten Blick sichtbaren Streifen. Hierfür liefert die Entwickelungsgeschichte des Simois ein merkwürdiges Beispiel. Im September 1877 war derselbe unsichtbar, stellte sich im Oktober als eine ungemein feine Linie dar, während er dagegen 1879 schwarz und breit genug erschien, um zu den bedeutenderen Kanälen gezählt zu werden. Zu Anfang Januar 1879 war der Simois fast ebenso breit und schwarz wie die Nilosyrtis (geschätzte Breite 4⁰). Zu gleicher Zeit erschien zur Rechten des Simois der mit Askanius bezeichnete Kanal, und der Abschnitt des continentalen Gebietes, welcher zwischen Askanius und Simois liegt (siehe die Karte), nahm zugleich eine viel dunklere Färbung an als die benachbarten Regionen. Unglücklicherweise konnte dieser Theil des Planeten während der folgenden Oppositionen nicht mehr gut beobachtet werden, da seine Lage zu südlich wurde und er dem Planetenrande zu nahe rückte.

Einen ganz ähnlichen Fall bot der Triton dar, von dem ich 1877 nur die rechte Hälfte zwischen dem Lethes und dem Nepenthes sehen konnte. In den folgenden Oppositionen konnte man ihn mehr oder weniger leicht auf seinem ganzen Verlaufe vom Nepenthes bis zum Mare Cimmerium verfolgen. Letzthin, im Mai 1888, wurde er dagegen aussergewöhnlich breit und bildete eine ausgedehnte Meerenge. Sehr bemerkenswerth war es ferner, wie zugleich die Syrtis Parva sich erheblich verbreiterte auf Kosten der Libya, während diese letztere sich stark verdunkelte, wie ich bereits weiter oben auseinandergesetzt habe. Diese Gleichzeitigkeit der Verbreiterung des Simois und Triton mit der Verdunkelung einer ausgedehnten benachbarten Region ist wahrscheinlich kein blosser Zufall. Es ist überhaupt anzunehmen, dass alle Kanäle des Planeten ähnlichen Veränderungen unterworfen sind. Die Nilosyrtis selbst schien mir 1882 ein Maximum ihrer Breite, 1886 ein Minimum derselben zu besitzen; aber der Unterschied zwischen beiden war in diesem Falle nicht sehr bedeutend. Wir wissen auch durch Beobachtungen von Dawes und Secchi, dass in den Jahren 1864 und 1858 der Hydaspes einer der sichtbarsten Kanäle war, was während der Zeit meiner Beobachtungen von 1877 bis 1888 nicht mehr der Fall gewesen ist. Auch Herr van de Sande Backhuyzen erkannte in den Zeichnungen Schröters das Vorhandensein grosser dunkler Flecke, welche in unseren Tagen nicht wiedergesehen und wahrscheinlich durch Phänomene derselben Art hervorgerufen worden sind.

Eine ähnliche Thatsache ist auch in grossem Massstabe in der Umgebung des Nordpols während der Oppositionen von 1884—1886 hervorgetreten. Rings um die weisse Polarcalotte herum waren die

Kanäle sehr schwarz und breit geworden, während gleichzeitig die zwischenliegenden Strecken sich verdunkelt hatten. Wenn dann das teleskopische Bild nicht genügend deutlich war, so entstand durch die Vermischung all dieser Details eine graue, die weisse Polarcalotte umschliessende Zone und es ist wahrscheinlich, dass eine ähnliche Beobachtung zu der Voraussetzung eines nördlichen Polarmeeres Anlass gegeben hat, welches nicht existirt.

Die Breiten- und Dunkelheits-Aenderungen eines scharf gezogenen Kanals umfassen gleichzeitig seine ganze Länge. Wenn derselbe jedoch durch die Kreuzung mit anderen Kanälen in mehrere Theile zerfällt, so kann es sich ereignen, dass die für jede Abtheilung gleiche Breite und Intensität von einer zur andern Abtheilung verschieden ist. Wir haben schon mitgetheilt, dass der Triton im Jahre 1877 nur zur rechten des Lethes sichtbar, dagegen unsichtbar war in der Abtheilung zwischen dem Lethes und dem Mare Cimmerium. Im Jahre 1879 war der Phison sehr schwarz innerhalb seines nördlichen Theiles zwischen der Nilosyrtis und dem Astaboras, während er in seinem südlichen Theile zwischen Astaboras und dem Sinus Sabaeus viel weniger deutlich war. Im Jahre 1882 erschien der Hydraotes sehr fein in seiner Abtheilung links von der Jamuna, dagegen breit und gut sichtbar (sogar doppelt) auf der rechten Seite desselben Kanals. In solchem Falle findet der Wechsel der Breite und der Intensität von einer Abtheilung zur andern sprungweise statt ohne merklichen Uebergang, und jede Abtheilung bleibt dann gleichförmig auf ihrer ganzen Ausdehnung.

V.

Wir wollen nun die letzte und merkwürdigste Veränderung der Kanäle des Mars betrachten, durch welche die Verdoppelungen entstehen. Diese Erscheinungen sind wahrlich geeignet dem Aufschwunge unserer Einbildungskraft Zügel anzulegen, wenn dieselbe es versuchen will beim Studium der physischen Natur des Mars nach Vergleichen mit Thatsachen zu suchen, die wir auf der Erde wahrnehmen. Ein beliebiger Kanal wurde unter einer der vorhin beschriebenen Formen oder auch nach einander unter verschiedenen derselben beobachtet; wenige Tage (oder vielleicht Stunden) darauf zeigt er sich nach einem Umformungsprozesse, dessen Details uns bis jetzt nicht aufgedeckt wurden, plötzlich doppelt, also aus zwei sehr nahe beieinander befindlichen Streifen zusammengesetzt, die gewöhnlich gleichförmig und parallel laufen; leichte Divergenzen oder Verschiedenheiten der Dicke sind ziemlich selten. In vielen Fällen konnte man durch eine genaue Vergleichung mit den umgebenden Details nachweisen, dass einer der

beiden Streifen genau oder doch ungefähr die Stelle des früheren einfachen Kanals behauptet hat. Doch habe ich mich letzthin (1888) überzeugen können, dass diese Regel nicht allgemein ist, dass also in einzelnen Fällen weder die eine noch die andere der neuen Bildungen mit dem alten Kanale coincidirt. Die Uebereinstimmung der Hauptrichtung und der Lage ist dann nur eine beiläufige: jede Spur des alten Kanals verschwindet, um den beiden neuen Linien Platz zu machen.

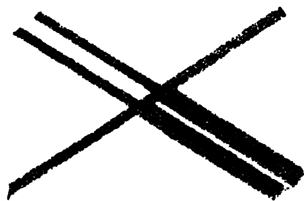
Die Entfernung zwischen den beiden parallelen Linien ist von einer zur andern Verdoppelung sehr verschieden; die obere Grenze kann auf 10° oder 12°, bei gewissen, sehr langen und unbestimmten Verdoppelungen selbst auf 15° geschätzt werden, wie es beispielsweise beim Titan 1882 und beim Gigas 1884 geschah. Was die untere Grenze betrifft, so kann dieselbe natürlich nur mit Bezug auf die Kraft des angewandten Fernrohrs und die Beobachtungsumstände bestimmt werden. 1888 waren Protonilus und Callirrhöe, mit einem Zwischenraum von höchstens 3°, trennbar. Oft kann man jedoch nur aus dem eigenthümlichen Aussehen einer Linie muthmassen, dass sie doppelt ist, ohne jedoch die beiden sie zusammensetzenden Linien wegen ihrer sehr geringen Entfernung von einander trennen zu können. Die Verdoppelung einer Linie kann deshalb selbst einem aufmerksamen Beobachter leicht entgehen, wenn die beiden Linien zu schwach und einander zu nahe sind.

Die gewöhnlich gleichförmige und gleiche Breite der beiden Streifen ist jedoch von einer Verdoppelung zur andern sehr verschieden und variirt von einer kaum wahrnehmbaren Linie bis zu einer Ausdehnung von ungefähr 3°; das Verhältniss dieser Breite der Streifen zu dem leuchtenden Zwischenraume, welcher sie trennt, ist aus diesem Grunde sehr verschieden. Gewöhnlich ist der Zwischenraum breiter als jeder der Streifen; manchmal war er denselben gleich und selbst schmäler, hauptsächlich wenn die Streifen sehr breit waren.

Die Farbe beider Streifen ist immer die gleiche, sowohl was ihre Art, als ihre Intensität betrifft; doch zeigt sie erhebliche Verschiedenheiten von einer zur andern Verdoppelung. Bei den aus sehr schmalen Linien gebildeten Verdoppelungen ist sie gewöhnlich schwarz oder doch dunkel: die breiteren Streifen sind dagegen selten schwarz oder braun (einen bemerkenswerthen Fall bot die Verdoppelung des Cyclops von 1882 dar, die so kräftig und bestimmt hervortrat, dass sie sonst auf der Planetenscheibe beispiellos dastand), sondern vielmehr von einem mehr oder weniger dunklen Ziegelroth. Einige Streifen waren so blass, dass man ihre Gegenwart kaum auf

dem gelben Grunde des Planeten nachweisen konnte, trotzdem sie die beträchtliche Breite von mehreren Graden besassen. In mehreren Fällen habe ich gesehen, dass an der Stelle, wo solch ein blasser Streifen von einem andern Kanale durchschnitten wurde, eine merkliche Verstärkung der Färbung entstand. Es scheint mir, dass bei allen doppelten Kanälen die Art der Farbe dieselbe ist und dass die beobachteten Verschiedenheiten nur der Intensität der Färbung zuzuschreiben sind.

Wenn ein doppelter Kanal durch einen andern in zwei Abtheilungen geschnitten wird und einer der Streifen breiter und heller auf einer Seite des Schnittpunktes ist als auf der andern, so ist es der andere verdoppelnde Streifen auch, wie es die folgende Figur zeigt. Dies zeigte der Antaeus-Eunostos im Jahre 1882 und Euphrates 1888. Wenn einer derselben sehr dünn und schwer sichtbar auf einer Seite des Schnittpunktes ist, so wird der andere auch sehr dünn und schwer sichtbar sein und in diesem Falle kann es sich ereignen, dass einer derselben völlig fehlt oder unsichtbar bleibt. Dann tritt das Beispiel eines Kanales auf, welcher in der einen Abtheilung seines Laufes doppelt, in der andern einfach ist. Cerberus, Hydraotes und Acheron befanden sich 1882 in diesem Falle.



Oft sind die beiden Linien, die sich sonst regelmässig und mit völlig parallelen Axen darstellen, von einer Art Halbschatten eingehüllt, wie 1882 der Cerberus und 1888 der Hebrus. Aber in den bei weitem meisten Fällen sind die beiden Linien mit absoluter, völlig geometrischer Regelmässigkeit gezogen; die Gleichförmigkeit der Breite, der Farbe und des Zwischenraumes ist vollkommen. Ihr Studium bei ausgezeichneten Umständen mit 322 bis 650facher Vergrösserung hat nicht die kleinste Unregelmässigkeit, selbst keine Spur derselben aufgedeckt: alles scheint mit Lineal und Zirkel gezogen. So zeigten sich u. A. 1882 Cyclops, Euphrates, Phison, Jamuna, Hephaestus; 1886 Hydraotes; 1888 Euphrates, Phison, Astaboras, Protonilus, Callirrhöe. Wenn einige Unregelmässigkeit in dem einfachen Kanale vorhanden war, so verschwindet sie vollständig nach der Verdoppelung. Deutlich gekrümmte Kanäle haben sogar völlig gerade Verdoppelungen hervorgerufen, wie die Jamuna im Jahre 1882 und die Boreo-Syrtis 1888. Es ist mit einem Worte eine ausgesprochene Neigung zur vollkommensten Gleichförmigkeit und zur Unterdrückung jedes unregelmässigen Elementes vorhanden.

Das Aussehen einer Verdoppelung kann mit der Zeit wechseln. Im Jahre 1882 zeigten die beiden Streifen des Euphrates nach Norden hin eine deutliche Convergenz. Einer derselben verlief nahezu in der Richtung eines Meridians des Planeten; 1888 jedoch waren beide Streifen völlig gleich weit von einander entfernt auf ihrer ganzen Ausdehnung zwischen dem Sinus Sabaeus und dem Lacus Ismenius; sie bildeten in ihrer Mitte ungefähr einen Winkel von 8° oder 10° mit dem Meridian. Sie waren 1882 schmal und scharf begrenzt, während 1888 die beiden Ränder jedes derselben verwischt erschienen und ihre Farbe heller, auch ihr Zwischenraum merklich geringer war als 1882. — Ebenso waren die 1882 beobachteten beiden breiten röthlichen Streifen des Hephaestus 1888 feiner und von dunklerer Farbe geworden und der mittlere Zwischenraum hatte sich auf die Hälfte vermindert. Eine ähnliche Verengung scheint auch bei dem Protonilus stattgefunden zu haben.

Die Verdoppelung der Kanäle findet in verhältnissmässig kurzer Zeit und in schnellem Wechsel statt. Oft ist es durch sichere Beobachtungen möglich gewesen, die Grenze dieser Dauer auf wenig Tage festzusetzen. Einige Male hat sich die Verwandlung in der Zeit von 24 Stunden zwischen zwei auf einander folgenden Beobachtungen vollzogen. So viel ich beurtheilen konnte, fand diese Erscheinung zugleich auf der ganzen Länge des verdoppelten Kanales statt.

In seltenen Fällen ist es möglich gewesen, einige Phasen dieses Verdoppelungsprozesses zu verfolgen. Im Januar 1882 war der Euphrates bis zum 18. d. M. sichtbar, ohne etwas Merkwürdiges zu zeigen. Am 19. erschien er bedeutend breiter und etwas nebelhaft auf der linken Seite. Am 20. machte ein dichter Nebel mir die Beobachtung unmöglich. Am 21. war die Verdoppelung völlig unzweifelhaft und vollständig. — In demselben Monat Januar 1882 war der Ganges einfach bis zum 12. Am 13. schien er rechts von einem leichten nebelhaften Streifen begleitet, welcher sich ihm in ungefähr 5° Entfernung auf seiner ganzen Länge zwischen dem Lacus Lunae und dem Fons Juventae anschloss. Dieser Streifen wurde am 18. und 19. unsichtbar; das ganze umgebende Gebiet war mit weissen Flecken übersät. Diese Flecke waren am 20. nicht mehr vorhanden, aber der neue Streifen war wieder erschienen und zeigte sich diesesmal noch schwärzer, schmäler und besser begrenzt. Er war dem Ganges ähnlich, obgleich etwas schwächer. Nunmehr war also der Ganges verdoppelt und veränderte sich nicht mehr bis zum Schluss meiner Beobachtungen i. J. 1882.

Das Auftreten einer weissen oder weisslichen Färbung um einen Kanal zur Zeit seiner Verdoppelung ist wiederholt zu verzeichnen, so 1882 beim Thoth, 1888 beim Protonilus und dem Nepenthes. Diese weisse Färbung zeigte sich sehr deutlich zwischen den beiden Linien der Verdoppelung.

Ziemlich häufig habe ich gesehen, wie sich die beiden Linien aus einer grauen, mehr oder weniger dichten in der Richtung des Kanales sich ausbreitenden Nebelmasse gleichzeitig loslösten und mir scheint es fast, dass dieser nebelhafte Zustand eine hauptsächliche Erscheinung bei der Bildung der Verdoppelungen ist. Aber man darf daraus nicht schliessen, das es sich hier um Objekte handelt, welche hinter einer Art von Nebel verborgen bleiben und dann nach dessen Verschwinden sichtbar werden. So weit ich die Sache beurtheilen konnte, ist das, was hier als Nebel erscheint, keineswegs ein Hinderniss, vorher vorhandene Objekte zu sehen, sondern vielmehr eine Materie, in welcher sich die vorher nicht vorhandenen Formen nach und nach abzeichnen. Um meinen Gedanken deutlicher auszudrücken, möchte ich sagen, dass der Prozess nicht zu vergleichen ist mit dem deutlicher werdenden Hervortreten von Objekten aus einem sich auflösenden Nebel, sondern vielmehr mit einer Menge unregelmässig vertheilter Soldaten, welche sich nach und nach in Reihen und Kolonnen ordnen. Ich muss hier hinzufügen, dass dieses nur als ein Eindruck zu betrachten ist, und nicht etwa als durchdachtes Resultat eigentlicher Beobachtungen.

Da es für die Verdoppelungen eine Zeit des Erscheinens giebt, so muss auch eine Epoche existiren, zu welcher sie verschwinden oder auf irgend eine Weise vergehen. Unglücklicherweise habe ich noch nichts Sicheres in Bezug auf diese Phase der Erscheinung beobachten können; ich kann nur sagen, dass einige Verdoppelungen von 1882 in den folgenden Oppositionen nicht mehr sichtbar waren. Der Kanal war einfach oder selbst völlig unsichtbar geworden. In vielen Fällen konnte die grössere Entfernung des Planeten, oder der ungenügende Zustand der irdischen Atmosphäre eine annehmbare oder doch mögliche Erklärung für diese verschwundenen Verdoppelungen abgeben. — Ich glaube, dass diese Erscheinungen einen periodischen Charakter besitzen, doch kann man eine solche Periodicität erst ohne Zögern behaupten, nachdem man diese Verdoppelungen mehrere Male nach einander erscheinen und wieder verschwinden gesehen haben wird, während allerdings die bis jetzt angestellten Beobachtungen sie genügend wahrscheinlich machen. Im Jahre 1877 konnte keine Spur der Verdoppelungen während der Wochen nachgewiesen werden,

welche dem südlichen Solstiz vorangingen oder folgten. Ein vereinzelter Fall wurde 1879 bemerkt. Am 26. Dezember habe ich den doppelten Zustand des Nilus zwischen dem Lacus Lunae und dem breiten, Ceraunius genannten Streifen nachgewiesen und zwar einen Monat vor der Frühlingsnachtgleiche.[14]) Diese Wahrnehmung überraschte mich ein wenig, aber ich nahm sie für etwas Zufälliges. Während der Opposition von 1881—82 habe ich die Wiederholung dieser Wahrnehmung erwartet. Sie fand in der That statt, aber einen Monat nach der Frühlingsnachtgleiche, am 12. Januar 1882. Zu dieser Zeit waren schon mehrere andere Verdoppelungen sichtbar geworden und bald darauf war der Planet davon erfüllt: im Laufe zweier Monate, vom 19. Dezember bis zum 22. Februar habe ich etwa dreissig Verdoppelungen nachweisen können. Während der Opposition von 1884 habe ich deren nur einige deutlich sehen können; mehrere andere schienen vorhanden zu sein, aber sie waren nicht deutlich genug. Das war zwei bis drei Monate vor dem nördlichen Solstiz. Im Jahre 1886 (zur Zeit des nördlichen Solstizes, einen Monat vorher und einen Monat nachher) war die grösste Zahl der Verdoppelungen nicht mehr vorhanden. Viele Kanäle waren einfach geworden, andere verschwunden, doch waren mehrere noch deutlich doppelt, u. a. auch der Hydraotes mit seltener Bestimmtheit. Einige dieser Verdoppelungen wurden zur gleichen Zeit auf der Sternwarte zu Nizza von Herrn Perrotin und seinen Mitarbeitern nachgewiesen. Endlich begannen im Mai bis Juni 1888 (zwei und drei Monate nach dem nördlichen Solstiz) die Kanäle sich von neuem zu verdoppeln, darunter einige, welche bis dahin einfach geblieben waren, während andere einfach blieben, welche 1882 doppelt waren. Die Gesamtheit der Beobachtungen giebt der Meinung einiges Gewicht, dass die Erscheinung sich nach der Periode der Jahreszeiten des Mars richtet, und das ihre grösste Fülle ein wenig nach der Frühlingsnachtgleiche und ein wenig vor der Herbstnachtgleiche stattfindet, und dass endlich die Verdoppelungen, nachdem sie einige Monate gedauert haben, grösstentheils zur Zeit des nördlichen Solstizes vergehen und zum südlichen Solstiz sämtlich verschwinden. Die Bestätigung dieser Ansicht wird nicht lange auf sich warten lassen. Die erste Gelegenheit dazu wird sich im Jahre 1892 darbieten. Die Opposition dieses Jahres findet ungefähr unter den gleichen Bedingungen wie die von 1877 statt. Man hat also eine völlige Abwesenheit der Verdoppelungen zu erwarten.

[14]) Ich nenne hier Frühlingsnachtgleiche den Uebergang der Sonne von der südlichen zur nördlichen Halbkugel des Planeten.

Die Tafel II im ersten Hefte dieser Zeitschrift giebt einen Ueberblick über die allgemeine Vertheilung der 1882 und 1888 beobachteten Verdoppelungen. Es ist kaum nöthig, den Leser darauf aufmerksam zu machen, dass diese Karte den Zustand des Planeten zu keiner bestimmten Epoche darstellt; denn die Verdoppelungen geschehen nicht alle zugleich. Wir geben auch hier nur einen geographischen Index dieser Bildungen, welcher nahezu alle enthält, die ich bisher wahrnehmen konnte. Die doppelten Streifen sind auf dieser Karte, infolge der oben gemachten Bemerkungen, mit mehr Gleichförmigkeit und mehr geometrischer Genauigkeit gezogen, als die andern. Es wäre über das Mass des Möglichen gegangen, die verschiedenen Formen und Färbungen genau darzustellen, um so mehr, als Form, Breite, Farbe, Richtung und Zwischenraum nicht völlig konstant bleiben.[15])

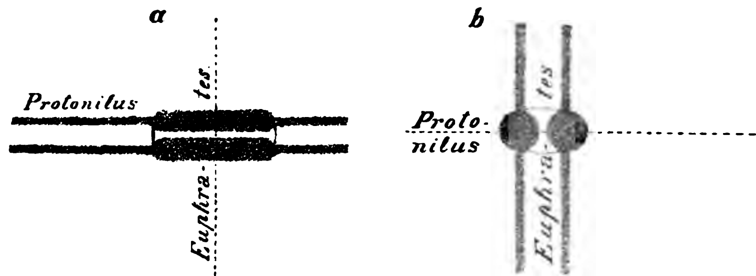
Wir haben schon oben erfahren, dass auf dem Planeten eine gewisse Anzahl von Knotenpunkten existirt, d. h. Stellen, gegen welche, mehr oder weniger genau, mehrere Kanäle convergiren. Das Aussehen dieser Knotenpunkte verändert sich in ähnlicher Weise wie das der Kanäle. Wenn die Kanäle, welche in diesem Knotenpunkte endigen, unsichtbar sind, so ist es der Knotenpunkt auch, oder kündigt sich höchstens durch einen leichten diffusen Schatten an. Das Erscheinen der Kanäle als einfache oder doppelte Linien von bestimmter Richtung bringt in dem Knotenpunkte ein Liniennetz hervor, dessen Beschaffenheit gewöhnlich wegen der grossen Menge von Einzelheiten, die sich dann auf einen relativ kleinen Raum zusammendrängen, unmöglich festzustellen ist. Die Verwirrung vermehrt sich in den meisten Fällen noch durch eine Art von ziemlich starkem und verschwommenem Schatten, welcher den Knotenpunkt umgiebt und ihn wie einen mehr oder weniger deutlichen Fleck erscheinen lässt, der sich manchmal in einen eigentlichen See von schwarzer Farbe und deutlicher Umgrenzung verwandelt (Lacus Niliacus 1879—1886, Trivium Charontis 1882 u. A.). Von diesem Schatten löst sich endlich zu gewissen Zeiten ein doppelter, langgestreckter Fleck, der eine Art von Verdoppelung aus zwei kurzen und breiten Streifen bildet, welche letztere

---

[15]) Hier ist noch hinzuzufügen, dass man, um die Verdoppelungen in ihren wahren Verhältnissen zu zeigen, einen Planiglobus ohne Verzerrung besitzen müsste, was nicht möglich ist, wie man weiss. Alle bekannten Projektionen verändern den Parallelismus der Linien. Die von mir gewählte (welche wenig von der homolographisch genannten Projektion des Professors Mollweide abweicht) ist in dieser Beziehung vielleicht weniger unvollkommen wie die andern. Um jedoch den Charakter der Verdoppelungen nicht zu stören, habe ich den Parallelismus der Linien trotz der Projektion beibehalten.

ungefähr die Ausdehnung des fraglichen Schattens oder Sees einnimmt. Man sehe deswegen auf Tafel II das Trivium Charontis und den Lacus Lunae in dieser Form. So viel ich bis jetzt sehen konnte, (doch sind diese Beobachtungen von der grössten Schwierigkeit) verändert sich die Richtung dieser Verdoppelungen von einer Epoche zur andern wesentlich, und stimmt oft mit der einen, oft mit der andern der doppelten Kanäle, welche in der fraglichen Gegend endigen, zusammen. Da diese Thatsache von der grössten Wichtigkeit für die Entwickelungsgeschichte der Verdoppelungen ist, werde ich einige der beobachteten Beispiele detailirt mittheilen.

Der Lacus Ismenius besteht in seinem gewöhnlichen Zustande aus einem dunklen Fleck von ovaler in der Richtung des Parallels verlängerter Gestalt. Am 23. Dezember 1881 fand ich ihn in zwei Striche getrennt, welche eine kurze in der Richtung des ebenfalls verdoppelten Protonilus verlaufende Verdoppelung bildeten. Protonilus und Ismenius hätten wohl als eine einzige Verdoppelung gelten können, wenn die Streifen des Ismenius nicht viel breiter gewesen wären, so wie es die folgende Figur a angiebt. Am 27. Mai 1888 fand eine ähnliche Erscheinung statt, aber die Theilung in zwei Streifen folgte dieses Mal der Richtung des verdoppelten Euphrates; man sehe deswegen die hier folgende Figur b.



Da die Ausdehnung des Ismenius in der Richtung des Euphrates unbedeutend war, so erschienen die Streifen nicht länger als breit, d. h. die Verdoppelung nahm die Gestalt zweier beinahe runder Flecke an, die in der Richtung des Protonilus gleichmässig neben einander gereiht waren. Später, als sowohl Protonilus wie Euphrates verdoppelt waren, erwartete ich den Ismenius in vier Theile getrennt zu sehen, doch ist dies keineswegs eingetroffen. Am 4. Juni hatte der See seine frühere ovale Gestalt mit seinen verwaschenen Umrissen wieder angenommen.

Das Trivium Charontis war im Jahre 1879 nur als Knotenpunkt der Kanäle Laestrygon, Styx, Cerberus und Tartarus

vorhanden, die einzigen in dieser Gegend damals sichtbaren Kanäle. Im Jahre 1881—82 vermehrten sich die Schnittpunkte der Kanäle an diesem Orte und das Ganze war in einen verworrenen, ziemlich ausgedehnten, doch schlecht begrenzten Schatten eingeschlossen. 1884 theilte sich dieser Schatten in zwei sehr starke und genau in der Richtung des Orcus verlängerte Streifen. 1886 war es nicht möglich, diese Gegend gut zu beobachten. 1888 (13. bis 15. Juni) existirte die Theilung in zwei Streifen noch, aber ihre Lage folgte der Richtung des Erebus. Beide Streifensysteme sind auf unserer Tafel II eines über dem andern wiedergegeben, doch ist eine solche Uebereinanderlagerung nicht beobachtet.

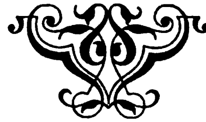
Eine gleiche Erscheinung hat der Lacus Lunae dargeboten, welcher 1879 und 1882 in zwei starke Streifen, dem doppelten Nilus folgend, getrennt war, während diese 1884 in der Richtung des Uranius orientirt waren. Beide Gestaltungen befinden sich in unserer Tafel II übereinander. Der Nodus Gordii hat ähnliche, doch schwieriger zu beobachtende Erscheinungen gezeigt.

Es scheint aus allem diesem zu folgen, dass das hervorbringende Prinzip der Verdoppelungen nicht nur längs der Richtung der Kanäle des Mars angreift, sondern auch auf den dunklen Oberflächen beliebiger Form, falls diese nicht zu ausgedehnt sind, und dass in diesem letzteren Falle die Richtung derselben Verdoppelung von einer zur andern Epoche sehr verschieden sein kann, während sie bei den Kanälen nur zwischen engen Grenzen schwankt. Dieses Prinzip scheint sich sogar noch auf die permanenten Meere auszudehnen; denn das Auftreten der Insula Cimmeria inmitten des Mare Cimmerium ist am Ende nichts Anderes als eine Verwandelung dieses Meeres in eine grosse Verdoppelung, die sich aus zwei, zu beiden Seiten der genannten Insel übrig bleibenden, dunkeln Streifen zusammensetzt. Eine ähnliche Erscheinung scheint auch im Mare Acidalium, wenn auch weniger evident und regelmässig, aufzutreten.

Dieses Bestreben, einen dunkeln Raum durch einen gelben Streifen zu theilen, scheint sich auch in der Hervorbringung gewisser Diafragmen oder leuchtenden Landengen von erstaunlicher Regelmässigkeit zu bekunden, welche sich an gewissen Stellen der nördlichen Halbkugel des Planeten bilden: Derart ist der Achillis Pons, welcher 1882—84 den Lacus Niliacus vom Mare Acidalium trennte und 1888 theilweise unsichtbar wurde; ferner auch die Unterbrechung, welche bisweilen die Nilosyrtis von der Boreo-Syrtis trennt, eine Unterbrechung, die auftritt, wenn der Protonilus doppelt und eine Art Fortsetzung des hellen Streifens ist,

welcher die beiden, den Protonilus zusammensetzenden Linien, trennt. Eine andere ähnliche 1882 vorhanden gewesene Unterbrechung im Verlaufe der Boreo-Syrtis, ist später nicht wieder gesehen. Endlich scheint das doppelte Horn des Sinus Sabaeus und die doppelte Halbinsel Atlantis, welche das Mare Cimmerium von dem Mare Sirenum trennt, von Erscheinungen derselben Art abzuhängen.

(Ein Schlussartikel folgt.)





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

I. Einleitung.

Obgleich unsere neue Zeitschrift dem allgemein Gebildeten und keineswegs nur dem Fachgelehrten unmittelbar verständliche Darstellungen aus den von ihr cultivirten Wissenszweigen zu geben beabsichtigt, so wird es doch begreiflicherweise oft genug geschehen, dass gewisse Vorkenntnisse vorausgesetzt werden müssen, deren besondere populäre Darlegung im Rahmen der betreffenden Betrachtung auf zu ausgedehnte Seitenwege abführen und dadurch den Faden der Entwicklung des Hauptgegenstandes nothwendig verwirren müsste. Um jedoch auch das volle Verständniss dieser Betrachtungen so viel als möglich zu fördern, wird die Redaktion bemüht sein, in längeren Serien von Artikeln nach und nach ein logisch sich aus den ersten Anfängen naiver Naturbetrachtung aufbauendes Weltbild darzustellen, in welches sich eben jene besonderen, gelegentlich auch einmal schwieriger verständlichen Betrachtungen tiefer vordringender Forscher, die sich in unserer Zeitschrift direkt einem grösseren Publikum zuwenden wollen, einordnen lassen.

In diesem Geiste will ich es versuchen, in einer Reihe von Artikeln eine Art von populärer Astronomie vorzutragen. Doch soll diese populäre Astronomie nicht in der gewöhnlichen Weise beschreiben, was die Astronomen von den Vorgängen am gestirnten Himmelsgewölbe gesehen, was sie darüber erdacht und mit krausem, allen Laien tief geheimnissvollen Formelkram berechnet haben, sondern wir wollen das Bild des grossen Kosmos in seiner wundervoll harmonischen, ewigen Ordnung und Schönheit, Element an Element gereiht, vor uns sich logisch entwickeln sehen und den Weg noch einmal miteinander durchwandern, den die denkende Menschheit seit den Jahr-

tausenden langsam Schritt vor Schritt weiter dringend durchmass, um das strahlende Geheimniss der still über uns hinwandelnden Gestirne zu entziffern.

Ist in der That nicht dieses gewaltige, eherne Gebäude über unsern Häuptern, in dessen über alles imposantem Kuppelbau wir wohnen, den Meisten unter uns ein Geheimniss geblieben? Nicht auch denen, welche sich Gebildete nennen und die in ihrem wohl absolvirten Schulkursus über die hauptsächliche Einrichtung des Weltgebäudes unterrichtet worden sind, oder selbst jener nicht geringen Zahl von wirklichen Gelehrten, welche wohl wissen, was alles sich in diesen unermesslichen Räumen, soweit wir sie übersehen, befindet und wie es sich bewegt und Eines sich zum Andern drängt, aber in dem Gewirr tausendfältiger Details längst wieder den Faden verloren haben, welcher die Schlüsse folgerichtig miteinander verbindet, aus denen sich die unzweifelhafte Gewissheit darüber, dass diese unerreichbaren Dinge wirklich so sein oder sich bewegen müssen, wie man es uns sagt, allein ergiebt? Geht es uns nicht auch mit vielen ganz naheliegenden Dingen oder täglich angewandten Kenntnissen ganz ebenso, die wir genau „auswendig" wissen und über die wir uns dennoch vergeblich den Kopf zerbrechen würden, wenn wir Schluss auf Schluss den Beweis für ihre Richtigkeit liefern sollten? Ich wette, dass es nicht viele Astronomen vom Fach giebt, welche sogleich den Weg angeben könnten, auf welchem die logische Kette der stufenweisen Erkenntniss bis zur Gewissheit über die Gesetze der Bewegungen am Himmel verläuft, wenn man ihnen, dem Laien gegenüber, das meistens und nothwendigerweise handwerksmässig angewandte Werkzeug mathematischer Formeln nimmt.

Ohne solche, meinen die Meisten, sei diese Beweisführung nicht möglich, und doch ist die mathematische Formel nur die Uebersetzung logisch absolut richtiger Schlüsse, welcher wir uns nicht mehr bewusst werden. Die Rückübersetzung in die Sprache des Laien muss also in allen Fällen möglich sein, wenngleich allerdings diese letztere Sprache sicher sehr viel weitläufiger, schwerfälliger und unklarer ist als die mathematische und eine Menge von Umschreibungen nöthig macht, welche den Gedankengang leicht verwirren. Es verhält sich deshalb mit der Mathematik ganz umgekehrt, als es der Laie glaubt, welcher ihre Sprache überhaupt für schwer verständlich hält, während sie im Gegentheil unserer Denkarbeit eine unberechenbare Erleichterung schafft. Die mathematische Formel ist ein wahrer Faullenzer für unsern Geist, und indem ich mich hier anheischig machen möchte, dem Leser die Nothwendigkeit der kosmischen Ordnung ohne jenes

Hülfsmittel auseinander zu setzen, muss ich vorweg sagen, dass ich dadurch viel schwieriger zu genügende Anforderungen an die Fassungskraft des Lesers stelle, als wenn ich demselben, nach einem kurzen Vorkursus im mathematischen Unterricht, die Sache durch Formelentwicklungen darstellen würde. Es scheint mir aber, dass die Ueberzeugung von jener Nothwendigkeit, eben wegen jenes Nichtmehrbewusstwerdens der logischen Schlüsse durch Vermittlung der Formel in dem nicht völlig mathematisch geschulten Geiste — der ja selbstverständlich trotzdem völlig scharf zu denken im stande sein kann — nicht unerschütterlich befestigt werden könnte. Aus diesem Grunde will ich also in der Folge Formeln nur dann anwenden, wenn die darin enthaltenen Schlüsse durch anderweitige Mittel im Geiste völlig befestigt sind. Dann dient eben diese Zeichensprache nur noch als wohlbekannte Abkürzung der Rede, als eine Art Stenographie der Logik. Nur allein den Lehrsatz des Pythagoras von der Gleichheit der Summe der Quadrate über den kürzeren beiden Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks mit dem Quadrat über der dritten Seite will ich als erwiesen annehmen. Es sind mehr als zwei Jahrtausende, dass die Menschheit von dessen Richtigkeit überzeugt ist. Sollten trotzdem — was ich in Bezug auf die grössere Ueberzeugungskraft der späteren Folgerungen für sehr rathsam erachten würde — meine Leser daran zweifeln, so mögen sie ihren Elementarleitfaden der Geometrie noch einmal auf ein paar Minuten aus dem staubigen Winkel hervorholen, wo er als Andenken an qualvolle Stunden der Jugendzeit vielleicht noch aufzufinden ist, und sich den Beweis dieses fundamentalsten Satzes, mit welchem die ganze Mathematik steht und fällt, aus jenen ersten unbeweisbaren Axiomen herstellen, welche an beiden Enden all unserer logischen Schlussketten stets übrig bleiben, hier unten bei den unfassbar einfachen Elementen des Denkens oder der Gestaltung, und dort oben in der unausdenkbaren Unendlichkeit. Für uns gilt eben ein für allemal nur die greifbare Mitte.

Das vorgesteckte Programm wird es unumgänglich machen von Dingen zu reden, die jedem Kinde geläufig sind, weil eben kein Glied in der Schlusskette fehlen soll. Während ich mich dabei nach Kräften bemühen will, von flacher Trivialität fern zu bleiben, wolle man mich auf der anderen Seite nicht missverstehen oder sich gar wegen des geringen Masses vorausgesetzten Wissens in gewissem Sinne beleidigt fühlen.

Wir wollen in allen Dingen zunächst dem Augenschein glauben, der uns zwar, wie wir Alle wissen, schon recht oft bitter getäuscht hat, aber doch immer die Grundlage bildet, auf welcher sich all unser

Wissen aufbaut. Am Ende stellt auch der Augenschein, wenn wir mit diesem Worte verallgemeinernd das Urtheil unserer wahrnehmenden Sinnesorgane bezeichnen wollen, das einzig von uns erkennbare Bild der Welt dar, wenn wir ihn nur genügend verschärfen, sei es durch langjährige Erfahrung und Verfeinerung unserer Sinne selbst oder durch ihre künstliche Verschärfung mit Hülfe von Werkzeugen, welche den vorhandenen Effekt scheinbar vergrössern oder die genaue Messung in anderer Weise erleichtern. Was wir über diesen Augenschein hinaus von dem Aufbau der Welt glauben in Erfahrung bringen zu können, bleibt immer und ewig Speculation, welche der Bestätigung eben durch den Augenschein bedarf, ehe man mit völliger Ueberzeugung daran glauben wird.

Ausgenommen sind allein hiervon die Wahrheiten der mathematischen Wissenschaft, so lange sie sich auf völlig abstrakte Dinge beziehen. Sobald aber in ihre Schlussfolgerungen Concretes eingeführt wird, das noch der Bestätigung durch den Augenschein bedarf, so werden auch sie wiederum schwankend, unsicher, ja oft nachweisbar völlig falsch. Die angewandte Mathematik bildet zwar eine Art Brücke, welche von der sichtbaren Welt des Augenscheins in die des Gedankens, oder auch in die „Welt an sich" hinüberzuführen scheint. In der That gelingt es ihr oft, ganz besonders auf dem Gebiete der Himmelsforschung, wo sie ihre grössten Triumphe gefeiert hat, von Gegebenem ausgehend unsern Geist in Gebiete zu führen, von Dingen in Kenntniss zu setzen, welche unserer Sinneswahrnehmung völlig entgegen, also nicht mehr der Welt des Augenscheins angehören, aber nichtsdestoweniger so sicher existiren, als die in unsere mathematische Schlusskette vorn eingesetzten concreten Grössen augenscheinlich vorhanden sind. Dann befinden sich aber doch immerhin beide Enden der Brücke, welche durch die mathematische Formel dargestellt wird, auf festem Boden, von welchem der eine Theil nur *zufällig* unsichtbar bleibt, sich dagegen irgendwann einmal dem Augenschein wirklich darzubieten vermögen wird. Führt man dagegen zur einen Seite übersinnliche Betrachtungen ein, welche niemals durch den Augenschein controllirt worden sind, wie die Unendlichkeit oder das Absolute in irgend einer Form (denn dieses kommt in der sinnlichen Welt nicht vor), so darf man sich nicht darüber wundern, wenn man am andern Ende der Brücke in einer Welt ankommt, welche, wie die der vierten Dimension, all unseren Erfahrungen Hohn spricht und unserer Phantasie Spielraum zu den abenteuerlichsten Träumen bei offenen Augen lässt. Beide Enden der Brücke befinden sich dann eben im Leeren, das der Geist nicht minder fürchtet wie die Natur

und mit Gestalten seiner Einbildung ausfüllt, wenn es den Sinnen nichts Greifbares bietet.

Mit dieser Abschweifung wollte ich hauptsächlich betonen, wie gut es in allen Stücken ist, von dem Augenscheine stets auszugehen und dessen Angaben immer als festen Grund unter den Füssen zu behalten, von welcher Regel abzuweichen nur zu viel Gelegenheit geboten ist, sobald wir, wie es in unsern folgenden Betrachtungen geschehen soll, unsern Gedanken von dem festen Boden unseres mütterlichen Planeten weit empor zu den Welten erheben, welche über unsern Häuptern, von unsichtbaren Gewalten getrieben, den Raum durchmessen.

Freilich müssen wir dagegen alles thun, was uns über die falschen Eindrücke hinweghelfen kann, welche der oberflächliche augenblickliche, von Vorurtheilen getrübte, Augenschein über die Ansichten der Natur verbreitet. Wir dürfen nicht dem ersten Eindrucke Glauben schenken, sondern müssen die uns interessirenden Dinge aufmerksam unter den verschiedensten Gesichtspunkten verfolgen, die Vorgänge immer wieder unter veränderten Bedingungen beobachten, damit wir in der Erscheinungen Flucht den ruhenden Pol, das ewige Gesetz des Geschehens, erkennen. Denn der erste Augenschein trügt allerdings gewöhnlich wegen unseres sehr langsamen und unvollkommenen Auffassungsvermögens und der eigenthümlichen Zusammensetzung unseres Geistes aus Logik und Phantasie, welche letztere sofort einspringt, wo die erstere nicht sogleich die Erklärung geben kann, und unter solchen Umständen den Sinneseindruck direkt zu fälschen im stande ist.

Sehr frappant ist in dieser Hinsicht das Beispiel der sich scheinbar bei ihrer Annäherung an den Horizont vergrössernden Mondscheibe, wenngleich dabei ausser den angedeuteten psychologischen Momenten auch unzweifelhaft noch physiologische treten, welche uns in die Irre führen. Sobald wir das unerreichbare Gestirn hoch oben am Firmamente sehen, und kein Vergleichsgegenstand gleichzeitig mit ihm in unserem Auge sich abspiegelt, erscheint er uns unbedeutender, kleiner, als wenn wir ihn mit der uns gross bedünkenden Ausdehnung eines hohen Gebäudes, hinter welchem seine rothe Scheibe eben hervorlugt, direct vergleichen können. Freilich hat es sich gezeigt, dass auch in einem völlig dunklen Raume zwei leuchtende Punkte viel weiter von einander entfernt zu sein scheinen, wenn sie in horizontaler Richtung vor uns stehen, als wenn man sie aus der gleichen Entfernung über unserem Haupte sieht. Dass hier also unser Augenmass uns stets in ganz bestimmter Weise täuscht, lässt sich

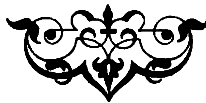
durch den unveränderlich festen Massstab, mit welchem wir in beiden Lagen, einmal die gleichgebliebene Entfernung der leuchtenden Punkte unter einander und dann von unserm Auge, kontroliren können, beweisen. Diese Messung giebt dann offenbar einen augenscheinlicheren Beweis von der gleich gebliebenen Entfernung, als der Eindruck unseres Auges zu liefern im stande ist, welcher dementgegen völlig grundlos behauptet, die beiden Punkte müssten, da sie einander näher zu stehen scheinen, wenn sie sich über uns befinden, dann entsprechend weiter von unserem Auge entfernt sein, als im anderen Falle.

Wie hier die direkte Messung ohne weiteres für unsere Ueberzeugung den Ausschlag giebt, so muss sie es auch in allen astronomischen Dingen thun. In unserer Frage von der scheinbaren Vergrösserung der Mondscheibe zeigte die genaue Messung, dass die Sache sich in Wirklichkeit gerade umgekehrt verhält, als es der oberflächliche Augenschein angiebt: Der Mond ist immer kleiner am Horizonte als im Scheitelpunkte oder Zenith und zwar um ein so Beträchtliches, wie unsere heutigen Messungsmittel mit Leichtigkeit nachweisen können. Der Unterschied beträgt etwa den sechzigsten Theil des Monddurchmessers selbst. Das heisst, wenn man eine völlig kreisförmige Scheibe an ihrem Rande in eine bestimmte Zahl gleicher Theile zerlegt hat, in unserem Falle in 360 Grad und die bekannten Unterabtheilungen, und nun mit einem Fernrohr, das über der Mitte dieses Kreises sich dreht, einmal auf den einen Rand des Mondes hinvisirt, die Kreistheilung abliest und dann mit dem anderen Rande dieselbe Operation vornimmt, so bekommt man als Zwischenraum beider Kreisablesungen eine kleinere Zahl von Bogen-Minuten und Sekunden, wenn die Messung mit dem Monde am Horizonte vorgenommen war, gegen eine Messung im Zenith. Man kann nun, um sich völlig von jeder Täuschung auszuschliessen, wie es in der That im Prinzip auch geschieht, das Instrument selbst auf etwaige Fehler (die das Auge ja, wie wir sehen, besitzt) zu prüfen, untersuchen, ob ein irdischer Gegenstand von bestimmter Ausdehnung in allen Lagen zur Horizontalen bei gleichbleibender Entfernung die gleiche scheinbare Winkelgrösse auf unserem getheilten Kreise ergiebt, was natürlich stattfinden wird, wenn das Instrument mit genügender Perfection hergestellt ist. Es bleibt uns darnach nichts weiter übrig, als augenscheinlich für bewiesen zu betrachten, dass der rohe Eindruck des Auges uns über die scheinbare Grösse des Mondes völlig täuscht und dass dieser sich in der That, wenn er am Horizonte steht, weiter von uns entfernt befindet, als wenn er über unsern Häuptern schwebt. Später werden wir erkennen, dass auch andere Betrachtungen diese

Thatsache (obgleich sie keines weiteren Beweises bedürfte, als welchen ich hier gegeben habe) bestätigen. Zwischen dem Monde am Horizonte und unserm Standpunkte auf der Erdoberfläche liegt nahezu ein Erdhalbmesser mehr, als wenn das Gestirn sich gerade über uns befindet. Dieses wohlerwogen und hinzugefügt, dass die Messung jene Differenz gleich einem Sechzigstel der ganzen Ausdehnung ergiebt, genügt dann zum strengen Beweise, dass der Mond sich von uns etwa sechzig Erdhalbmesser entfernt befindet.

Obgleich dieses Beispiel, um es in diesen einleitenden Betrachtungen vorführen zu können, aus der Mitte einer Kette von Beweisen herausgegriffen werden musste und wegen hier unbewiesen gebliebener Praemissen noch nicht völlig überzeugend zu wirken im stande ist, so wird man doch durch dasselbe auf die Mittel und Wege hingewiesen worden sein, welche uns später zu unsern Zwecken dienen sollen.

Ganz besonders oft wird dabei der Resultate unserer Messungen mit den erstaunlich feinen Präcisions-Instrumenten der Gegenwart gedacht werden, die überall als unanfechtbare Voraussetzungen zu den folgenden Schlussentwicklungen dienen müssen. Dass diese Resultate direkter Messung von Winkeln und scheinbaren Grössen wirklich und mit Ausschluss jedes möglichen Fehlers erhalten wurden, muss der Leser mir allerdings aufs Wort allein glauben, wenn er sich nicht etwa entschliessen will, auf unserer nun bald ins Leben tretenden öffentlichen Sternwarte der Urania einem Kursus über die Messkunst der praktischen Astronomie beizuwohnen, zu welchem die feinen Instrumente dieses Institutes uns in den Stand setzen und von Seiten unserer Beamten alle Bereitwilligkeit vorhanden sein wird.





Welche Veränderungen erfährt noch jetzt die Lage der Drehungs-Axe der Erde?

Von Dr. P. Schwahn in Berlin.

Die Drehungsgeschwindigkeit der Erde und die Lage ihrer Axe ist für das ganze Erdenleben, für seine Vergangenheit und Zukunft, für Tag und Nacht, Jahreszeiten, Klima, Strömungen in Luft und Meer, und für die unablässigen kleinen Gestaltänderungen der Erde, deren Wirkungen von Zeit zu Zeit in Erd-Erschütterungen zu Tage treten, von so hoher Bedeutung, dass es gewiss in weiteren Kreisen willkommen sein wird, Einiges von den Ergebnissen neuerer Forschungen über obige Frage zu hören.

Insbesondere ist auch die gesamte Messkunst, nicht blos die Astronomie und die Erdmessung, dabei sehr nahe interessirt, denn der Beständigkeits-Grad des Winkels zwischen der Richtung der Erd-Axe und der Lothrichtung am Beobachtungsort ist eine der wichtigsten Angelegenheiten alles Messens auf Erden.

Wenn unsere Leser von den überaus bedeutungsreichen Ergebnissen der neueren astronomischen Arbeiten über diesen Gegenstand eine deutliche Vorstellung gewinnen wollen, dürfen sie es allerdings nicht scheuen, einige kurze Strecken hindurch einem etwas lehrhaften Gedankengange zu folgen, der indessen von schulmässiger Strenge und Trockenheit möglichst fern bleiben soll.

Bei den meisten Drehungs-Erscheinungen, welche die gewöhnliche Erfahrung vor Augen hat, ist die Lage der Drehungs-Axe sowohl an dem sich drehenden Körper als zu der Umgebung desselben durch besondere Einrichtungen möglichst unveränderlich gemacht, und zwar am Körper durch fest mit ihm verbundene sogenannte Drehungs-Zapfen und zu der Umgebung durch sogenannte Zapfenlager oder dergleichen.

Anders verhält es sich mit der sogenannten freien Drehung. Wird ein Körper z. B. durch einen Stoss, dessen Richtung nicht durch den Schwerpunkt desselben geht, in Bewegung gesetzt, oder erfährt ein in ursprünglich drehungsloser Bewegung befindlicher Körper eine Hemmung, deren Richtung ebenfalls nicht durch den Schwerpunkt des Körpers geht, oder sind überhaupt die Bewegungs-Bedingungen des Körpers derartige, dass auf die verschiedenen Massentheile, die ihn zusammensetzen, Kräfte von verschiedener Stärke und Richtung wirken, so tritt im allgemeinen eine Art der Bewegung ein, welche sich am einfachsten darstellt als das gleichzeitige Bestehen einer gemeinsamen Fortbewegung aller Theile des Körpers und einer Folge von freien Drehungen desselben um eine durch den Schwerpunkt gehende Axe.

Ist die Gestalt und Zusammensetzung des Körpers eine sehr regelmässige, z. B. die einer gleichmässig dichten Kugel, so ist eine unter den vorerwähnten Bedingungen entstehende freie Drehung um eine durch den Schwerpunkt

gehende Axe, während sich gleichzeitig die ganze Kugel fortbewegt, eine Erscheinung von entsprechender Regelmässigkeit und Dauer, solange die äusseren und inneren Bewegungs-Bedingungen sich nicht ändern. Die freie Drehungs-Axe bewahrt in solchem Falle sowohl im Körper als im Raume eine ebenso unveränderliche Lage, als wenn der Körper gezwungen wäre, sich um feste Zapfen in festen Lagern zu drehen.

Die Voraussetzungen einer solchen freien, aber äusserst beständigen Drehungs-Bewegung sind beim Erdkörper sehr nahe, aber doch keineswegs mit voller Strenge erfüllt.

Wenn nun im Verlaufe einer mit freier Drehung verbundenen Bewegung, wie diejenige der Erde ist, die äusseren Bewegungs-Bedingungen sich verändern, aber, wie es bei der Erde der Fall ist, im Vergleich zu den vorhandenen mittleren Bewegungs-Bedingungen nur um sehr kleine Beträge, so treten zwar, wie sich leicht erweisen lässt, Lagen-Aenderungen der durch den Schwerpunkt gehenden Drehungs-Axe sowohl gegen feste Richtungen im Körper als im umgebenden Raume ein, aber es sind unter obigen Voraussetzungen die Lagen-Aenderungen der Drehungs-Axe im Körper verschwindend klein gegen diejenigen, welche diese Axe zugleich mit dem Körper selbst gegen feste Richtungen im umgebenden Raume erleidet.

Wenn dagegen im Verlaufe der Bewegung die inneren Bedingungen derselben, nämlich die Massenvertheilung und die Gestalt des bewegten Körpers, sich verändern, aber ebenfalls nur um Beträge, welche im Vergleich zu den obwaltenden mittleren Bedingungen dieser Art sehr geringfügig sind, so tritt das Entgegengesetzte ein, d. h. die Lagen-Aenderungen der Drehungs-Axe gegen feste Richtungen im Raume sind dann verschwindend klein, und es überwiegen ihre Lagen-Aenderungen gegen feste Richtungen im Körper.

Bisher hatte man mit Sicherheit nur solche Lagen-Aenderungen der Drehungs-Axe der Erde erkannt, welche die Folge äusserer Störungen der Erd-Drehung sind.

Diese äusseren Störungen, bestehend in den Anziehungen seitens der benachbarten Himmelskörper, insbesondere des Mondes und der Sonne, wirken auf die verschiedenen Massentheile, welche den Erdkörper zusammensetzen, je nach ihrer Lage zum Monde und zur Sonne in etwas verschiedener Stärke und Richtung.

Und infolge der Abweichungen der Erdgestalt von der Kugel, sowie der Abweichungen der Massenvertheilung im Erdkörper von einer gleichmässigen Dichtigkeit entsteht aus diesen Störungen ein unablässiges, zu der schon vorhandenen Drehung hinzukommendes Drehungs-Bestreben des ganzen Erdkörpers um eine durch den Schwerpunkt gehende, aber nicht mit der Axe der vorhandenen Drehung zusammenfallende Axe.

Hierdurch aber, und zugleich durch die mit den veränderlichen Stellungen des Mondes und der Sonne zur Erde zusammenhängende Veränderlichkeit der bezüglichen Störungen, wird eine zusammengesetztere Bewegung der Erde hervorgebracht, bestehend in einer langsamen Lagen-Aenderung ihrer Drehungs-Axe gegen feste Richtungen im Raume, und zwar gemäss obigen Erläuterungen verbunden mit sehr kleinen und völlig unbemerklich bleibenden periodischen Lagen-Aenderungen derselben im Erdkörper.

Ein sehr anschauliches und einfaches Bild solcher Drehungsstörungen oder zusammengesetzten Drehungsbewegungen bietet der gewöhnliche Kreisel dar, bei welchem die künstlich ertheilte Drehung durch die Schwerkraft der Erde eine äussere Störung ganz derselben Art erfährt, wie die Drehung der Erde im ganzen und grossen im Laufe der Jahrhunderte durch die Anziehung der Sonne und des Mondes, als deren mittleren dauernden Sitz man sich ge-

wissermassen Massenringe in der Ebene der Erdbahn denken kann. Ganz so, wie die Axe des Kreisels in einer kegelförmigen Fläche sich langsam um die Richtung der Schwerkraft — kurz gesagt die Lothlinie — bewegt, beschreibt auch die Drehungs-Axe der Erde eine ebensolche Fläche um die Richtung der störenden Kraft, welche man in diesem Falle gewissermassen als rechtwinklig zur Ebene der Erdbahn annehmen kann.

Die Gesammtheit der durch alle äusseren Störungen hervorgebrachten Bewegungen der Drehungs-Axe der Erde gegen feste Richtungen im Raume, von denen die vorstehend erläuterte Erscheinung nur den sogenannten mittleren Verlauf — die sogenannte Präcessions-Bewegung oder den 26000jährigen Umlauf des Poles am Sternenhimmel — darstellt, wird gegenwärtig bis in ihre feinsten Züge hinab, welche die Astronomie durch unablässige Bestimmungen der Lage des Ruhepunktes der scheinbar täglichen Drehung des Sternenhimmels erforscht, so lichtvoll und erschöpfend dargestellt und so zutreffend vorausberechnet, dass man schon dieses kleine Gebiet astronomischer Erfolge als einen der glänzendsten Triumphe menschlichen Erkennens feiern könnte, und dass jeder, welcher von dieser täglichen Bewährung einer komplicirten Theorie nähere Kenntniss nimmt, ein für allemal gegen Zweifel an der Solidität der astronomischen Grundlehren gewappnet ist.

Während die Astronomie und die Erdmessung mit vollem Rechte sich dieses Verständnisses der äusseren Störungen der Erddrehung rühmen, nehmen sie keinen Anstand zu erklären, dass ihr Wissen auf dem Gebiete der inneren Störungen dieser Drehung noch ein sehr unvollkommenes ist.

Streng genommen muss bei der Erde jede Veränderung der Massenvertheilung eine sogenannte innere Störung der Drehungs-Erscheinungen, und zwar obigen Erläuterungen gemäss überwiegend eine Lagen-Aenderung der Drehungs-Axe gegen Richtungen, die zum Erdkörper fest sind, bei verschwindend kleiner Lagen-Aenderung gegen Richtungen, die im umgebenden Raume eine unveränderliche Lage haben, hervorbringen. Es fragt sich nur, ob die auf der Erde unablässig vorkommenden Veränderungen der Massenvertheilung erheblich genug sind, um für die feinsten Winkelmessungen, mit denen wir die Lage der Drehungs-Axe im Erdkörper bestimmen können, erkennbar zu werden.

Besässen diese Winkelmessungen unbegrenzte Feinheit, so müssten alle Ortsveränderungen irgend eines Massentheils des Erdkörpers auch in Lagen-Aenderungen der Erd-Axe zur Erscheinung kommen.

Welche Wirkungen dieser Art aber durch andauernde Ortsveränderungen grösserer Massen-Bestandtheile der Erde hervorgebracht werden können, will ich unten durch einige Beispiele näher erläutern.

Aber auch ohne Ortsveränderungen von Bestandtheilen des Erdkörpers kann schon eine gesetzmässige Aenderung der Lage der Drehungs-Axe im Erdkörper eintreten. Die Theorie der freien Drehung beweist nämlich, dass in Körpern von beliebiger Gestalt und Zusammensetzung die Lage der durch den Schwerpunkt gehenden Drehungs-Axe (selbst bei Abwesenheit nicht blos von äusseren Störungen, sondern auch von inneren Störungen durch Veränderung der Massenvertheilung im Körper) nur dann als unveränderlich betrachtet werden darf, wenn die Drehungs-Axe mit einer der drei durch den Schwerpunkt gelegten, sogenannten Hauptträgheits-Axen zusammenfällt. (Wir wollen dieselben mit manchen Autoren kürzer als die Haupt-Axen bezeichnen.)

Die Lage dieser Haupt-Axen in einem Körper von beliebiger Gestalt und Zusammensetzung wird durch mathematische Bedingungen bestimmt, deren Erörterung hier zu weit führen würde. Experimentell kann man die Lage derselben unter Umständen gerade mit Hilfe der vorerwähnten besonderen Be-

deutung bestimmen, welche sie für die Beständigkeit einer freien Drehung besitzen.

Bei einem gleichmässig dichten Ellipsoid mit drei ungleichen Figur-Axen fallen die drei Haupt-Axen mit den drei Figur-Axen zusammen. Bei einem zweiaxigen Ellipsoid, welchem die Erdgestalt am nächsten zu entsprechen scheint, fällt unter der Voraussetzung gleichmässiger Dichtigkeit eine der Haupt-Axen mit dem kleinsten, durch den Mittelpunkt des Ellipsoids gelegten Durchmesser der Figur zusammen, während die beiden anderen Haupt-Axen rechtwinkelig dazu und rechtwinklig unter einander jede beliebige Lage haben können.

Die Drehungs-Axe des Erdkörpers scheint jedenfalls, wie man nach dem in der Vergangenheit beobachteten Beständigkeitsgrade ihrer Lage in diesem Körper schliessen durfte, mit einer der Haupt-Axen der Erde sehr nahe zusammenzufallen. Man drückte dieses bisherige Beobachtungsergebniss gewöhnlich so aus, dass man sagte: Die Gestalt der Erde entspricht sehr nahe derjenigen eines zweiachsigen Ellipsoides, dessen kleinere Axe mit der Drehungs-Axe der Erde zusammenfällt.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat man aber auf mehreren Sternwarten, mit besonderer Stetigkeit und Sorgfalt in Pulkowa, mit Hülfe sehr zahlreicher und verfeinerter Messungen des zwischen dem Ruhepunkt der scheinbar täglichen Drehung des Sternenhimmels und dem Scheitelpunkt des Beobachtungsortes stattfindenden Abstandes, mit andern Worten des Winkels zwischen der Drehungs-Axe und der Lothrichtung, begonnen, die ganze Frage an der Hand der Drehungs-Theorie noch eingehender als früher zu untersuchen.

Die Theorie zeigt nämlich, dass kleine Abweichungen der Lage der Drehungs-Axe von der benachbarten Haupt-Axe sich durch periodische Bewegungen der ersteren um die letztere, welche selber bei der Voraussetzung der Unerheblichkeit aller vorkommenden Veränderungen der Massenvertheilung eine feste Lage im Körper haben würde, erkennbar machen müssen, und zwar durch Bewegungen in einer kegelförmigen Fläche, deren Axe die benachbarte Haupt-Axe bildet, und mit einer Umlaufszeit von nahezu 10 Monaten.

Da nun die Lothrichtungen an solchen Orten der Erdoberfläche, in deren Nähe keine erheblichen Veränderungen der Massenvertheilung, z. B. keine starken periodischen Veränderungen der Wasserhöhe durch Ebbe und Fluth stattfinden, als nahezu unveränderlich betrachtet werden dürfen, sogar in etwas höherem Grade als die Lage der Haupt-Axen, so könnte jene zehnmonatliche Bewegung der Drehungs-Axe in einer entsprechenden Schwankung des Abstandes des Ruhepunktes der scheinbaren täglichen Drehung des Sternenhimmels vom Scheitelpunkte (welcher Abstand nichts Anderes als die Ergänzung der geographischen Breite zu einem rechten Winkel ist) sehr wohl zu Tage treten.

Mehr oder minder deutliche Spuren solcher Veränderungen haben sich nun in den letzten Jahrzehnten aus feinen Messungen ergeben, aber zugleich gewisse Unregelmässigkeiten des Verlaufes derselben, welche man bisher noch nicht enträthseln konnte. Das ganze Spiel der Veränderungen schien jedenfalls in der zehnmonatlichen Periode die Grenze von einigen Hunderteln der Sekunde nicht zu überschreiten, so dass es vollkommen erklärlich war, dass dieselben früher noch nicht beachtet worden waren. Dagegen zeigten sich, als man nun neuere Bestimmungen der geographischen Breiten mit älteren, um ein Jahrhundert oder mehrere Jahrzehnte zurückliegenden, verglich, Spuren von fortschreitenden Veränderungen derselben, welche etwa eine Sekunde im Jahrhundert zu erreichen schienen, aber wegen gewisser Unsicherheiten des bei den früheren Beobachtungen ausschliesslich befolgten Verfahrens noch nicht als vollkommen beweiskräftig gelten konnten.

Indessen wurde durch alle diese Andeutungen die Frage nahe gelegt, ob denn nicht schon die augenscheinlich auf der Erdoberfläche vorgehenden Ortsveränderungen grösserer Massen, ganz abgesehen von der Ebbe und Fluth, bei welcher schon infolge der schnellen Periodicität der Bewegungen die Sache anders liegt, merkliche Lagen-Aenderungen der Drehungs-Axe im Erdkörper verursachen könnten. Scherzweise ist einmal von Dove geäussert worden, einer etwaigen Zunahme der Anschwellung der Erde nach dem Aequator hin werde durch den überwiegenden Export von Kaffee, Zucker u. dergl. aus den Tropen nach den gemässigten Zonen entgegenwirkt. Aber es sind über verwandte Fragen auch schon ganz ernste Untersuchungen von den hervorragendsten Forschern angestellt worden (u. A. von Bessel im 5. Band der Zeitschrift für Astronomie).

Nun, was der Mensch transportirt, wird wohl noch auf lange Zeit hinaus keine für unsere feinsten Winkelmessungen merklichen Lagen-Aenderungen der Erd-Axe hervorbringen. Ganz anders steht es mit den Massen-Transporten, welche das grosse System der Strömungen in Luft, Meer und Flüssen auf der Erde, einschliesslich der Gestaltänderungen der sogenannten festen Bestandtheile selber, sowohl unablässig fortschreitend, als mitunter auch, so zu sagen, akut in gewaltigen Katastrophen zu Wege bringt, ohne dass letzteren Falles in kurzer Frist eine Ausgleichung durch Transporte entgegengesetzten Sinnes erfolgt.

Zu den chronischen Wirkungen dieser Art sind vorzugsweise zu rechnen langsam fortschreitende oder rückgängige Entwickelungen der Vereisung der Polargegenden, ferner die enormen Ablagerungen, welche die Flüsse von den Gebirgen herab bis in die Nähe der Mündungen transportiren. Um eine Idee von der Grösse der Massen-Transporte zu geben, welche z. B. durch grosse Flüsse bewirkt werden, erwähne ich nur, dass der Mississippi alljährlich in der Nähe seiner Mündung etwas mehr als 200 Millionen Kubikmeter ablagert.

Hinsichtlich der akuten Wirkungen ist besonders zu denken an mächtige Regengüsse und vor allem an so weit verbreitete und massenhafte Schneefälle, wie sie z. B. in den letzten Wintern stattgefunden haben. Dieselben stellen die Ueberführung und andauernde Ablagerung sehr grosser Wassermengen aus den tropischen Meeren über grosse Flächen der gemässigten und polaren Zonen dar.

Theoretische Untersuchungen und Berechnungen über die möglichen Wirkungen, welche solche Veränderungen der Massenvertheilung auf die Lage der Drehungs-Axe im Erdkörper haben können, sind vorzugsweise von Herrn Prof. Gyldén, jetzt in Stockholm, sodann von Sir William Thomson in Glasgow und von Herrn G. H. Darwin in Cambridge (England), endlich in besonders lichtvoller Weise von Herrn Prof. Helmert, jetzt in Berlin, ausgeführt worden. (Nach diesen Vorgängen habe auch ich diese und verwandte Fragen in einer kleinen Monographie behandelt.)

Die Rechnung ergiebt mir unter anderem, dass, wenn auf einmal die ganze Fläche des europäisch-asiatischen Russlands mit einer Wasser- oder Eisschicht von 10 Centimeter Höhe bedeckt wird, die Drehungs-Axe der Erde hierdurch allein eine mittlere Lagen-Aenderung von nahezu 3 Hunderteln der Sekunde in solchem Sinne erfahren muss, dass sich die mittlere Lage des Nordpols der Axe, bedingt durch die Lage der benachbarten Haupt-Axe, um etwa 1 Meter nach der Seite der Hudsons-Bai hin bewegt, während ihre Lage im Raume, also auch die Lage des Ruhepunktes der scheinbaren täglichen Drehung des Sternenhimmels am Firmament unverändert bleibt. Erfolgte jene Ablagerung in der Form von Schnee, so müsste die Höhe jener Schicht, wegen der geringen Dichtigkeit des letzteren, namhaft grösser sein, um dieselbe Wirkung hervorzubringen.

Eine andere Rechnung ergiebt, dass eine zeitweise Erhöhung des Wasserstandes im Mittelmeere um 1 Meter eine Lagen-Aenderung der Drehungs-Axe um 3 bis 4 Hundertel der Sekunde verursachen würde, ein Betrag, der gerade an der Grenze des zur Zeit Messbaren liegt.

Das Gesamt-Ergebniss aller solcher bisherigen Rechnungen besteht darin, dass Wirkungen jener Art allerdings bis in das Gebiet des für uns Messbaren empordringen können, dass es aber dazu doch ausserordentlich gewaltiger Vorgänge bedarf, welche jedenfalls nicht häufig und selten derartig vorkommen, dass nicht eine gewisse Ausgleichung durch Gegenwirkungen in anderen Theilen der Erde erfolgen könnte.

Bei dieser Sachlage musste es um so wichtiger erscheinen, alle Messungen, welche Licht auch auf solche Veränderungen der Lage der Erd-Axe werfen konnten, aufs eifrigste fortzusetzen und womöglich zu verfeinern.

Unsere Zeitschrift freut sich in weiteren Kreisen ausserhalb der Fachgenossenschaft die erste Mittheilung machen zu können, dass dies mit besonderem Erfolge neuerdings auf der Berliner Sternwarte geschehen ist und zwar von Seiten des zweiten Observators derselben, Herrn Dr. Friedrich Küstner. In einer soeben veröffentlichten Arbeit desselben „Ueber eine neue Methode zur Bestimmung der Aberrations-Constante nebst Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Polhöhe“ ist mit einer bisher nicht erreichten Strenge der Messung der Nachweis geführt, dass sowohl in dem Zeitraume vom Frühjahr 1881 zum Frühjahr 1882, als vom Frühjahr 1884 zum Frühjahr 1885 eine Veränderung der geographischen Breite von Berlin um nahezu 20 Hundertel der Sekunde und zwar in beiden Fällen eine Abnahme derselben stattgefunden hat. Damit ist nicht gesagt, dass die beiden gleichgerichteten Aenderungen sich addirt haben müssen, denn es können sehr wohl in der Zwischenzeit, aus welcher noch keine genauen Beobachtungen dieser Art vorliegen, Gegenwirkungen, bestehend in kleinen Vergrösserungen der geographischen Breite, stattgefunden haben, worauf die Berliner Beobachtungen dadurch hindeuten, dass der mittlere Werth der geographischen Breite in der Epoche 1881/1882 fast genau mit dem mittleren Werthe derselben in der Epoche 1884/1885 übereinstimmt.

Der Sachverhalt bei allen akuten (oder stossweisen) Anlässen zu Lagen-Aenderungen der Drehungs-Axe im Erdkörper ist im wesentlichen der folgende: Durch die Veränderung der Massenvertheilung ändert zunächst das Haupt-Axen-System seine Lage im Erdkörper, und nun beginnt sich im Erdkörper die Drehungs-Axe um die neue Lage der benachbarten Haupt-Axe in der zehnmonatlichen Periode in einer kegelförmigen Fläche zu bewegen, während sie zugleich im Raume eine beständige Lage bewahrt. Etwas anders liegt die Sache dagegen bei regelmässigen fortschreitenden Aenderungen der Massenvertheilung, welche die Wirkung haben, dass die Lagen-Aenderungen der fraglichen Haupt-Axe sich der unveränderlichen Lage der Drehungs-Axe im Raume nahezu anpassen, so dass durch solche Lagen-Aenderungen im Körper die Spannweite der zehnmonatlichen Bewegung nicht erheblich geändert werden kann, obwohl dabei die Lage der Lothrichtungen gegen die der Bewegung der Haupt-Axe folgende Drehungs-Axe sich im allgemeinen fortschreitend ändern muss.

In allen Fällen knüpft sich also die Veränderung des mittleren, nichtperiodischen Werthes der geographischen Breite an die jeweilige neue Lage der bezüglichen Haupt-Axe.

Was nun die obigen akuten Wirkungen betrifft, so kann man hinsichtlich des Verlaufes der aus denselben hervorgehenden, jeweilig verstärkten oder eingeschränkten periodischen Veränderungen der geographischen Breiten unter

allen möglichen Fällen zwei Hauptgruppen unterscheiden, bei denen der Verlauf sich verhältnissmässig einfach darstellt.

Hat die Lagen-Aenderung der Haupt-Axe in der Richtung des Meridians des Beobachtungsortes, gleichviel ob nach ihm hin oder von ihm hinweg, stattgefunden, so wird die sofort beginnende zehnmonatliche Bewegung der Drehungs-Axe um die neue Lage der Haupt-Axe 5 Monate nach dem Eintritt der Veränderung der Massenvertheilung die grösste Aenderung der geographischen Breite bewirken, und zwar gleich dem Doppelten des Betrages, welcher in den obigen Beispielen für die Lagen-Aenderung der Haupt-Axe oder die grösste dadurch mögliche Veränderung der mittleren geographischen Breite eines Beobachtungsortes gefunden worden ist. Zehn Monate nach dem Eintritt der Störung wird dagegen unter vorstehenden Voraussetzungen die geographische Breite wieder ihren früheren Werth haben. Hat dagegen die Lagen-Aenderung der Haupt-Axe rechtwinklig zu der Meridian-Ebene des Beobachtungsortes stattgefunden, so wird in der geographischen Breite die grösste Wirkung der Störung $2^1/_2$ und $7^1/_2$ Monate nach dem Eintritte der letzteren sich zeigen, aber die Abweichungen von dem Anfangswerthe werden das eine Mal positiv, das andere Mal negativ, sich nur gleich dem Betrage der Lagen-Aenderung der Haupt-Axe selber ergeben.

Anders wird es sich mit den Veränderungen der geographischen Längen verhalten, welche man aber jetzt noch kaum genau genug für Untersuchungen vorliegender Art bestimmen kann.

Der ganze eben dargelegte Verlauf der Sache kann aber in beliebigen Zeitpunkten wieder dadurch abgeändert werden, dass eine neue Störung ähnlicher Art, aber von anderer Richtung und Grösse eintritt. Hierdurch kann der weitere Fortgang der zehnmonatlichen Bewegung unter Umständen zur Ruhe gebracht, unter Umständen aber auch erweitert werden, je nachdem die neue Störung eine Annäherung oder eine Verstärkung der Abweichung der neuen Lage der Haupt-Axe von der im Erdkörper in jener Bewegung begriffenen Drehungs-Axe hervorbringt.

Man erkennt sofort, dass das ganze Erscheinungs-Gebiet nur durch unablässige, möglichst gleichzeitige Beobachtungen an zahlreichen wohlvertheilten Punkten der Erdoberfläche zu umfassen sein wird, dass dasselbe fast unergründlich reich sein wird an weiteren Problemen, zugleich aber auch an Aufschlüssen über viele bekannte und noch unbekannte Veränderungen der Massenvertheilungen in den verschiedensten Regionen des Erdkörpers.

Es leuchtet ein, dass auch für die ganze Beobachtungskunst der Astronomie und der Erdmessung diese Angelegenheit epochemachend ist.

Die Wissenschaft hat sich zu beglückwünschen, dass es gelungen ist, die internationale Organisation der Erdmessung vor zwei Jahren vor dem Zerfall zu bewahren und sogar zu kräftigen und zu erweitern; denn ohne diese Organisation, welche schon im Jahre 1883 in ihrer General-Konferenz zu Rom die ersten Schritte zu einer geordneten, gemeinsamen Behandlung der vorliegenden Frage gethan hat, würde es nicht möglich sein, die ganze wichtige Untersuchung in einigermassen Erfolg versprechender Weise baldigst weiterzuführen.





Facsimile-Druck d. geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve. Kgl. Hoflith. Berlin.

Eine Sonnenfinsterniss,

nach dem Originale von Wilhelm Kranz.

Die Sonnenfinsterniss vom 19. August 1887 und die Sonnencorona.

Der helle Lichtschimmer, welcher während der totalen Sonnenfinsternisse die dunkle Mondscheibe umgiebt, bleibt bis jetzt eine ganz unerklärte Erscheinung — ein Räthsel für den Astronomen und Physiker. Viele Hypothesen sind in den letzten Jahrzehnten, seitdem man die Corona zu beobachten angefangen hat, für die Erklärung dieses seltsamen Phänomens von verschiedenen Astronomen vorgeschlagen worden, aber keine derselben lässt sich mit der Gesamtheit der über die Corona bekannten Thatsachen gut in Einklang bringen. Desshalb wird jede neue totale Sonnenfinsterniss mit immer steigendem Eifer aufs sorgfältigste beobachtet; keine Gelegenheit wird versäumt, um die Ergebnisse der früheren Untersuchungen zu vervollständigen und zu prüfen, und neue Data zu gewinnen, welche über die Natur dieses Lichtschimmers Aufschluss zu geben vermögen.

Die totale Sonnenfinsterniss vom 19. August 1887 erregte viele Hoffnungen in den Kreisen der Astrophysiker. In der That waren die astronomischen Verhältnisse derselben ganz ausnahmsweise günstig. Da der grösste Theil des Erdballs von Weltmeeren eingenommen wird, so ist es sehr natürlich, dass gewöhnlich die Totalitätszone einer Sonnenfinsterniss über dem Ocean liegt, so dass nur wenige Punkte (Inseln u. dgl.) dieser Zone von Beobachtern benutzt werden können, und sehr oft befinden sich die für die Beobachtung günstigen Gegenden in weit entfernten, uncivilisirten Ländern, so dass die Aufgabe der Astronomen sehr beträchtlich erschwert wird. Bei der Finsterniss des vorigen Jahres verlief im Gegentheil die Totalitätszone auf einer Strecke von über 1000 Kilometern inmitten des europäischen Continents; in wenigen Tagen konnte man aus einer europäischen Sternwarte jeden beliebigen Punkt dieser Zone bis weit in Sibirien hinein, auf Eisenbahnen und Flussdampfern erreichen; die Zahl der Stationen, auf welchen wohlausgerüstete Expeditionen am Morgen dieses Tages bereit waren, die Umgebungen der Sonne mit vortrefflichen Instrumenten zu durchforschen, war eine ungemein grosse, und man konnte noch einen wichtigen Beitrag zu diesen speciellen Untersuchungen von Seiten der Tausende von Laien erwarten, welche in diesen dicht bevölkerten Gegenden die Finsterniss zu Hause sehen sollten, oder derjenigen, welche für den Tag der Sonnenfinsterniss aus Nord und Süd in die Totalitätszone übergewandert waren.

Nun ist, wie bekannt, die grösste Zahl der geplanten Untersuchungen wegen unglücklichen Wetters ganz vereitelt worden. Trotzdem bezeichnen aber die wenigen Resultate, welche man doch an einigen Orten erhalten konnte, einen wichtigen Schritt in unserer Erkenntniss der Corona, wie wir es gleich sehen werden. Bevor wir aber die Ergebnisse dieser Sonnenfinsterniss besprechen, wollen wir einen kurzen Ueberblick über die gegenwärtig in Bezug auf die Beschaffenheit der Sonnencorona herrschenden Ansichten werfen.

Die Gesamtheit der für die Erklärung der Corona vorgeschlagenen Hypothesen lässt sich in drei Gruppen vereinigen.

Einige glauben, dass die Corona eine die Sonne umhüllende Atmosphäre ist, welche sich auf sehr beträchtliche Entfernungen von der Oberfläche der Sonne ausbreitet. Diese Atmosphäre besteht aus glühenden leichten Gasen, von denen einige auf unserem Planeten fehlen, und vielleicht noch viel dünner sind als das leichteste der uns bekannten Gase — der Wasserstoff. Heftige Bewegungen durchwühlen diese feurige Masse, und die Vorgänge auf der Sonnenoberfläche haben einen nicht zu verkennenden Einfluss auf den Zustand dieser dünnen Gashülle: auf sehr grosse Höhen, weit von der strahlenden Photosphäre, entstehen in der Corona chemische Verbindungen zwischen den sie bildenden Gasen; einige von ihnen können dabei in den flüssigen oder

sogar festen Zustand übergehen, in welchem sie auf die Oberfläche der Sonne herabfallen, einen fortwährenden Regen bildend, welcher aber beim Niederfallen wieder zerlegt, verdampft, verflüchtigt und in grosse Höhen zurückgeschleudert wird.

Andere sehen in der Corona das von den die Sonne umkreisenden Meteorschwärmen reflektirte Sonnenlicht, zu welchem sich noch das eigene Licht der in unmittelbarer Nachbarschaft der Sonne kreisenden und von ihr bis zum Glühen erhitzten Partikeln des kosmischen Staubes gesellt. Die Meteore, welche um die Sonne parabolische oder hyperbolische Bahnen beschreiben, bilden in ihrer Gesamtheit um dieselbe eine Art immer wechselnder Staub-Atmosphäre, welche uns das Licht der Sonne reflektirt und so während der Sonnenfinsterniss als Corona erscheint.

Einige dieser kosmischen Meteore können dabei nicht nur erhitzt, sondern auch wohl geschmolzen und verdampft werden, so dass wir in der meteorischen Wolke, welche die Corona bildet, alle drei Aggregationszustände treffen können.

Endlich behaupten einige Astrophysiker, dass eine Sonnencorona überhaupt gar nicht existire, dass diese ganze Erscheinung nur ein optisches Phänomen sei und also gar nicht die Aufmerksamkeit verdiene, welche ihr von so vielen Beobachtern gewidmet wird. Die Anhänger dieser Theorie wollen in den Diffractions- oder ähnlichen Erscheinungen die Erklärung der Sonnencorona finden.

Um nun zwischen diesen so verschiedenen Meinungen entscheiden zu können und das Räthsel der Beschaffenheit der Corona zu lösen, wird während der wenigen Minuten, in welchen uns eine totale Sonnenfinsterniss die Umgebung der Sonne zu sehen erlaubt, das Licht der Corona mit allen der Wissenschaft zu Gebote stehenden Hilfsmitteln untersucht. Die Form und Struktur der Corona wird teleskopisch beobachtet, sie wird gezeichnet und photographirt, die Intensität ihres Lichtes wird photometrisch gemessen, ihre chemische Zusammensetzung und physikalische Beschaffenheit mittelst des Spectroscops untersucht und die Polarisation ihres Lichtes mit Hilfe von Polariscopen und Polarimetern nach ihrer Richtung bestimmt und nach ihrer Quantität gemessen. Für die Sonnenfinsterniss des vorigen Jahres hatte man noch Vorbereitungen getroffen, um aus der Verschiebung der spectrischen Linien im Spectrum der Corona über ihre Bewegung Aufschluss zu erhalten.

Für die Begründung oder Verurtheilung der ersten der drei oben angedeuteten Hypothesen würde es von ausserordentlicher Wichtigkeit sein, die Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung in verschiedenen Theilen der Corona, am Aequator und an den Polen, dicht am Sonnenrande und in einiger Entfernung von demselben, zu messen; so könnte sogar dieses ein „Experimentum crucis“ für diese Hypothese werden. Leider konnte Prof. Egorof in Nikolskoie (Gouv. Moskau) sein Spectroscop, welches für diesen Zweck eingerichtet war, nicht benutzen, weil die Sonne sich mit ihrer Corona während der Finsterniss hinter einer dicken Wolkenschicht verborgen hatte, welche jegliche Beobachtung verhinderte.

Für die Beurtheilung der zweiten Hypothese würden polarimetrische Messungen, welche die Quantität des in dem coronalen Lichte enthaltenen reflectirten Sonnenlichtes ergeben können, von grosser Wichtigkeit sein. Aber es konnte auch das Polarimeter, mit welchem u. a. ich in Sorvishskaia (Gouv. Viatka, Ostrussland) die Polarisation des Lichtes der Corona in verschiedenen Punkten derselben zu messen beabsichtigte, auch wegen sehr ungünstiger Witterung nichts leisten.

Endlich ist für die dritte Hypothese wichtig die Form der Corona und die Stabilität dieser Form kennen zu lernen, und in dieser Hinsicht geben

uns die photographischen Aufnahmen und die Zeichnungen der Corona reichliches Material.

Es ist Herrn N. Chamantof gelungen, in Krasnojarsk (Ost-Sibirien) eine Reihe von 14 vortrefflichen photographischen Aufnahmen der Sonnencorona zu erhalten, deren wissenschaftliche Bedeutung noch in hohem Masse erhöht wird durch den Vergleich mit einigen anderen einzelnen Photographien, welche während derselben Finsterniss an der Küste des stillen Oceans (Buchte Possjet), auf dem Ural, in West-Russland (Polozk) etc. erhalten worden sind. Mit denselben können noch die vielen Handzeichnungen (etwa 100) verglichen werden, welche an die russische physikalische Gesellschaft von der ganzen Strecke der Totalität eingelaufen sind.[1])

Vergleicht man nun die Photographien von Herrn Chamantof miteinander und mit anderen, welche in tausenden von Kilometern von Krasnojarsk nach Westen und nach Osten entfernten Ortschaften aufgenommen wurden, so findet man zwischen ihnen eine so grosse Aehnlichkeit, wie man es kaum nach den herrschenden Ansichten über die Unbestimmtheit und Unstabilität der coronalen Formen erwarten konnte. Dieses liefert aber, nach unserer Meinung, einen entschiedenen Beweis gegen die dritte, optische Hypothese über den Ursprung der Corona.

Freilich könnte man aus einem flüchtigen Blicke auf die vielen eingesandten Zeichnungen der Corona zu einer ganz entgegengesetzten Schlussfolgerung gelangen, denn in der That giebt jede Zeichnung ein von allen anderen abweichendes Bild der Corona. Aber wenn man das in den Zeichnungen enthaltene Material behandeln will, so muss man die Umstände nicht vergessen, bei welchen sie entworfen worden sind. Es ist nicht leicht, ja kaum möglich, in dem Zustande der Nervosität, welche sich beinahe aller Menschen während einer totalen Sonnenfinsterniss bemächtigt, im Dunkel der kaum 2—3 Minuten andauernden Finsterniss, nach der Natur ein Bild zu skizziren von einer so wunderlichen Erscheinung, wie die Sonnencorona, die man zum ersten Male im Leben sieht, deren Gestalt so unbestimmt dem Auge erscheint, deren Licht so allmählich mit der Entfernung von dem Sonnenrande schwindet. Man weiss nicht, was man beobachten soll: Einer wird die allgemeinen Umrisse der Corona abzubilden versuchen, einem Anderen wirft sich irgend ein langer oder breiter Strahl derselben in die Augen, und er zeichnet ihn, ohne den anderen Eigenthümlichkeiten der Corona Aufmerksamkeit zu schenken; ein Dritter findet, dass die nicht radiale Richtung einiger Strahlen das Merkwürdigste des ganzen Phänomens sei, und er bemüht sich, dieselbe auf seinem Bilde scharf zu betonen; — so entstehen Zeichnungen, aus welchen man kaum über die richtige Form und Struktur der Corona belehrt zu werden hoffen kann.

Unterwirft man aber diese Zeichnungen einem genaueren Studium, so sieht man, dass trotz der localen Unterschiede, welche bisweilen sehr gross ausfallen, doch in vielen Abbildungen charakteristische gemeinsame Züge sich wiederfinden, welche einen weiteren Beweis liefern, dass die Corona in allen nicht verschieden sein konnte, eine Schlussfolgerung, zu der man aus den Photographien mit viel grösserer Sicherheit gelangt.

Wir werden ein anderes Mal die Beweiskraft der über die Sonnencorona bekannten Thatsachen für die verschiedenen Hypothesen über ihre Beschaffenheit prüfen und die Gründe auseinandersetzen, welche uns für die meteorische Hypothese entscheiden.

London, den 7. October 1888. Joseph Kleiber.

[1]) Einige dieser Zeichnungen sind auf Seite 120 u. 121 reproducirt worden. Man findet darüber Näheres in dem diesem Artikel folgenden Zusatze der Redaktion. Anm. d. Red.

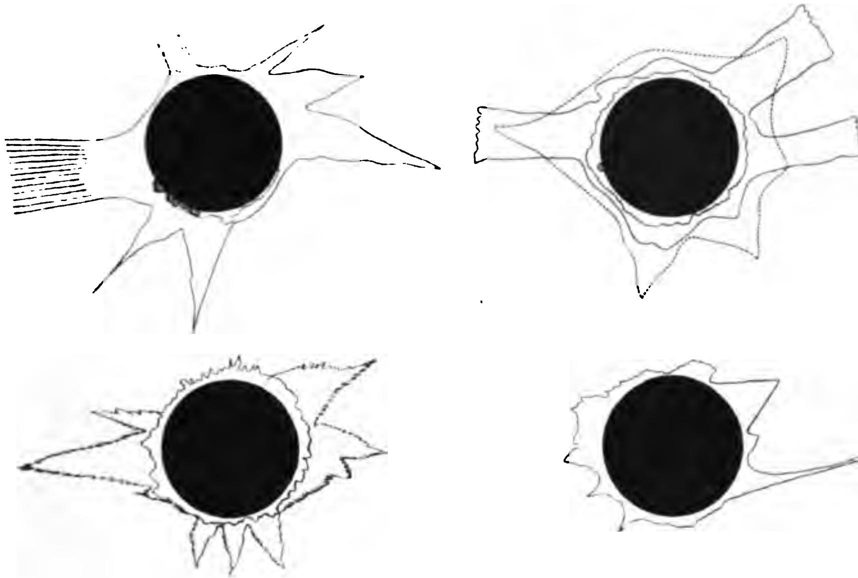
Zusatz der Redaktion zu obigem Aufsatze. Wir sind in der bevorzugten Lage zu dem obigen Aufsatze über die Sonnenfinsterniss des verflossenen Jahres, welcher so durchaus allgemein das allseitigste Interesse entgegengebracht wurde, hier unten einige Photographien und Zeichnungen veröffentlichen zu können, welche am 19. August 1888 von russischen Beobachtern herrühren, und sonst noch nicht erschienen sind. Wir verdanken dieselben Herrn Kleiber, welchem als Sekretär der Sonnenfinsterniss-Commission der Petersburger physikalischen Gesellschaft alles damals gesammelte Material direkt durch die Hände ging. Diese selben Zeichnungen sollen demnächst einem in russischer Sprache verfassten Berichte über jene Sonnenfinsterniss beigefügt werden.

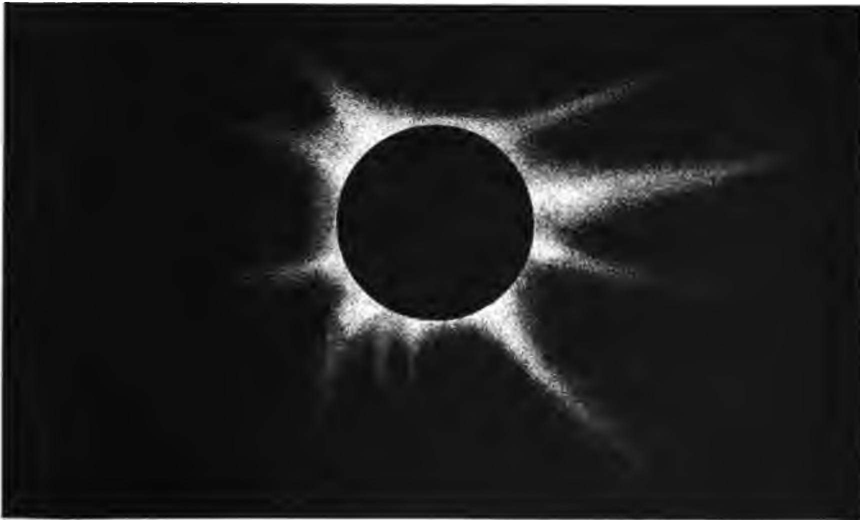
Die ersten beiden Abbildungen sind Facsimiles von Photographien der Sonne während der Totalität der Finsterniss, welche zu verschiedenen Zeiten von Herrn Chamantof in Krasnojarsk aufgenommen wurden, und von denen auch der obige Aufsatz handelt. Die genaue Uebereinstimmung der verschiedenen Lichtauswüchse rings um die verfinsterte Sonne herum auf beiden Photographien ist in der That angethan, die Ueberzeugung einiger Forscher, dass die Corona nur eine optische Erscheinung, gewissermassen eine falsche Vorspiegelung nicht existirender Materietheile sei, durch den Augenschein zu widerlegen. Denn zu den beiden Zeiten, in welchen diese Photographien entstanden, waren durch die veränderte Stellung der beiden Himmelskörper die optischen Bedingungen wesentlich verändert worden.

Die vier mittleren Abbildungen sind getreue Wiedergaben von Handzeichnungen, welche von gebildeten Beobachtern, die zum Theil sogar Fachleute sind, herrühren, und zwar wurde die erste von Herrn Fedosiejef in Korzov (Gouv. Vladimir), die zweite (rechts danebenstehende) von Herrn Suchof in Tomsk, die dritte von Herrn Korotkiewicz in Turinsk (Gouv. Tobolsk) und die vierte von Herrn Rüdiger in Buchte Possjet am Stillen Ocean ausgeführt. Das letzte Bild stellt eine offenbar erst nach der vorübergegangenen Erscheinung auf Grundlage der während der Totalität erhaltenen Skizze ausgeführte Zeichnung, also nicht mehr den unmittelbaren Eindruck dar. Ihr Autor ist ein Herr Buschujef in Werchneudinsk.

Von den mittleren vier Zeichnungen legt Herr Kleiber das meiste Gewicht auf die letzte, weil dieselbe von einem mit astronomischen Beobachtungen vertrauten Marineoffizier herrührt und auch der beigegebene Originalbericht besonderes Verständniss für den Gegenstand bekundet. In der That zeigt auch diese Abbildung vor allen übrigen die meiste Aehnlichkeit mit den völlig objektiven Photographien; man betrachte desswegen beispielsweise den Ausläufer rechts etwas unten. Die anderen Zeichnungen beweisen offenbar







nur, dass man mit ihnen kaum etwas beweisen kann, sind aber eben desswegen von Interesse.

Anschliessend an diese Betrachtungen über die räthselhafte Corona können wir unsern Lesern, neben den wiedergegebenen Zeichnungen dieses Phänomens allein, ein gelungenes farbig-landschaftliches Bild einer Sonnenfinsterniss darbieten, welches den Gesamteindruck der seltenen Erscheinung sehr wirkungsvoll zum Ausdruck bringt und durch das der Künstler, so viel als es eben in seiner Macht steht, die am 19. August durch das Wetter bitter getäuschten Schaulustigen zu entschädigen sucht. (Siehe das Titelbild.)

Das Bild ist durchaus nicht allein aus der Phantasie des Künstlers entsprungen. Derselbe hatte sich in der kritischen Nacht einer astronomischen

Expedition angeschlossen, welche sich, von Braunschweig kommend, unter der Leitung des Herrn Professor Koppe auf einem Berge am Ostrande des Harzes sorgfältig eingerichtet hatte, um die Einzelheiten der seltenen Erscheinung möglichst vollständig zu fixiren. Nun, ich brauche nicht noch einmal zu wiederholen, dass alle diese so schön durchdachten Vorbereitungen vergebens gewesen sind. Nur der Maler ging doch nicht ganz leer aus. Während die Sonne allerdings hinter dichten Wolken dort gänzlich verhüllt blieb, konnte Herr Kranz wenigstens von der wechselnden Beleuchtung und den veränderten Farbentönen der Wolken, auf deren Beobachtung wissenschaftlicherseits diesmal besonderes Gewicht gelegt worden war, eine schnelle Skizze entwerfen, und diese Studie liegt dem beigehefteten Bilde in Bezug auf die Wiedergabe der Wolkenpartien und der Beleuchtung des Horizontes zu Grunde. Die nächste Umgebung der Sonne ist dagegen nach den Erinnerungen Anderer etwa so aufgefasst, wie man dieselbe in der Umgegend Berlins, in Marienfelde oder Hoppegarten, damals sah, als die Sonne zur Zeit der Totalität aus einer tiefroth beleuchteten Wolkenlücke, zum Theil hervorbrach. Nur ist die Lücke im Bilde etwas grösser dargestellt, um eben den mysteriösen Eindruck der verfinsterten Sonne mit ihrer Corona besser hervortreten zu lassen.

Man sieht also, dass hier Wahrheit und Dichtung gemischt ist, um ein wirkungsvolles Bild zu schaffen, das jedoch nur insofern von der Wahrheit abweicht, als es Zustände nach bestem Wissen so naturgetreu wiedergiebt, wie sie unter günstigeren Beobachtungsbedingungen wirklich gesehen worden wären. Unter diesem Gesichtspunkte ist das Bild zugleich auch als eine Ergänzung unseres im ersten Hefte dieser Zeitschrift abgedruckten Artikels über die Veranstaltungen der Urania aufzufassen, indem das farbige Bild jenen Augenblick darstellt, von welchem dort auf Seite 34 bei Gelegenheit der Beschreibung einer Vorstellung in dem einzurichtenden „wissenschaftlichen Theater" die Rede ist. In der That ist die vorzügliche chromo-lithographische Reproduktion nach einem Oelgemälde hergestellt, welches seinerseits wieder dem Decorationsmaler für seine Darstellung im grossen Massstabe zu Grunde liegen wird. Nur durch die Verbindung dieser verschiedenartigen günstigen Umstände sind wir hier in den Stand gesetzt, unseren Lesern diese Reproduktion zu bieten.

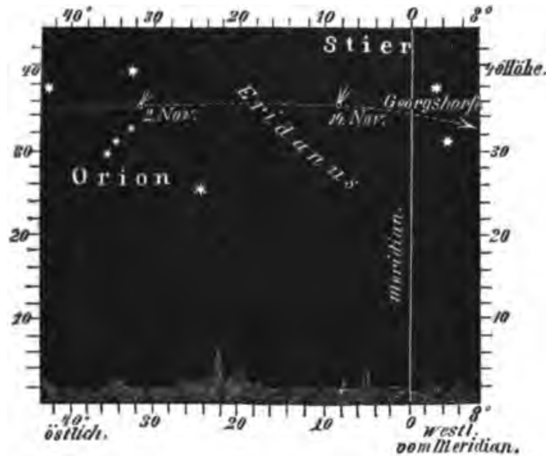


Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat November.

Von den im Octoberheft (S. 54, 55) aufgeführten gegenwärtig sichtbaren Kometen nimmt der letztentdeckte von Barnard besonderes Interesse in Anspruch. Dieses Gestirn wird nämlich erst Ende Januar in die Sonnennähe kommen, also wahrscheinlich noch sehr lange sichtbar bleiben und dadurch eine ansehnliche Reihe von Beobachtungen veranlassen. Das folgende Bild ist auf Grund der bis Anfang October vorgelegenen Elemente des Kometen construirt. Es zeigt die Stellung des Gestirns gegen den Horizont um Mitte November, zwölf Uhr Nachts. Am 2. November steht der Komet fast in der Verbindungslinie zweier wohlbekannter Sterne des „Orion", durchläuft den nördlichsten Theil des „Eridanus", tritt am 14. November in das kleine Sternbild der „Georgsharfe", passirt dieses zwischen zwei Sternen vierter Grösse, und langt mit immer schneller werdender Bewegung Ende November im „Wallfisch" an. Die Helligkeit nimmt stetig zu und beträgt Anfangs November das achtfache, Ende des Monats das dreizehnfache jener bei der Auffindung am

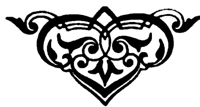
2. September. Mitte November ist das Object bereits in den ersten Abendstunden beobachtbar.

Stellung des Barnard'schen Kometen gegen den Horizont Mitte November 12 Uhr Nachts.



Um an dieser Stelle auf das alljährlich wiederkehrende Sternschnuppenschauer um den 13. November, die Leoniden, hinzuweisen, bemerken wir, dass die Beobachtung diesmal durch die Abwesenheit des Mondes begünstigt wird. Bekanntlich tritt das Maximum der Sternschnuppenfälle stets erst in der zweiten Hälfte der Nacht, gegen 3 Uhr morgens ein. Um diese Zeit nun ist der störende Mond in jenen Nächten längst untergegangen (in der Nacht vom 12. auf den 13.: Mond-Untergang in Berlin 1 Uhr 9 Min., in der folgenden Nacht 2 Uhr 19 Min.).

Dagegen wird man von etwa noch auftretenden Nachzüglern des merkwürdigen, am 27. Nov. 1872 u. 1885 eingetretenen und dem Zerfall des Biela'schen Kometen zugeschriebenen Schwarme diesmal höchstens in den Abendstunden einige aus dem Sternbilde der Andromeda radiirende Spuren wahrnehmen, da an diesem Tage der Mond bereits um 12 Uhr 30 Min. Nachts aufgeht.





Aus der Spektralanalyse. — Prof. Langley hat neulich vor der amerikanischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft einen interessanten Vortrag über die Entwickelung der Lehre von der strahlenden Energie gehalten. Der berühmte Gelehrte erzählt dabei unter anderem, wie man bis vor fünfzehn Jahren allgemein an ein Dogma geglaubt habe, das sich auf die Wirkung der irdischen Lufthülle bezog. Man meinte nämlich bis dahin, dass diejenigen Strahlen der Sonne, welche jenseits des rothen Endes des Spektrums liegen, — kurz die ultrarothen genannt — einen vorzüglich wärmenden Einfluss besitzen. Die Atmosphäre — so meinte man ferner — verschluckt gerade diese Strahlen in bedeutendem Masse und wirkt aus diesem Grunde ebenso wie das Glasdach eines Treibbeetes, welches auch ein beträchtliches Absorptionsvermögen gerade für die ultrarothen dunklen Strahlen besitzt, also Schloss und Riegel bildet, um den Wärmestrahlen den Rückweg nach aussen abzusperren. Zum Verständnisse der letzteren Wirkung ist folgendes hinzuzufügen. Die Erwärmung der Erdoberfläche geschieht durch die Absorption eines grossen Theiles sämtlicher Strahlungen der Sonne, die Rückstrahlung dieser Wärme in den Weltenraum aber ausschliesslich in der Form ultrarother dunkler Strahlungen von grossen Wellenlängen. Eine Schicht, welche vorzugsweise die Strahlen letzterer Art absorbirt, ist also insofern eine warmhaltende, als sie von der Wärmezufuhr durch Einstrahlung nur einen Theil wegnimmt, dagegen in demselben Verhältniss wie auf diesen Theil auf die gesamte durch Rückstrahlung erfolgende Wärme-Abgabe einschränkend wirkt.

Auffallender Weise zeigten Langleys mit grossem Fleisse jahrelang fortgesetzte Beobachtungen auf Bergeshöhen gerade das umgekehrte Verhalten der Atmosphäre. Sie liess die ultrarothen dunklen Strahlen passiren und sie verschluckte gerade diejenigen Wärmestrahlen in hervorragendem Masse, welche den hellsten Theilen des Spektrums entsprechen. Damit schien das lang geglaubte Dogma widerlegt, das sich bei näherem Zusehen auf einen Ausspruch Fouriers zurückführen liess. Dieser hatte zwar, auf Saussuresche Versuche gestützt, nichts Anderes behauptet als dass die Atmosphäre, wenn sie fest wäre, gerade so wie Glas wirken würde; aber diesen hypothetisch ausgesprochenen Satz hatten Fouriers Nachfolger ohne die nothwendige Voraussetzung wiederholt, und so kam es, dass er überall geglaubt wurde. Wenn man näher zusieht, sind aber das alte Dogma und die neue Lehre gar nicht so weit auseinander, wie es nach Langley den Anschein hat. Es sind nämlich die untersten Luftschichten, welche, wenn sie nahezu mit Wasserdampf gesättigt sind, die Rolle des Glases der Treibhäuser wirklich spielen, während die oberen trockenen Luftschichten sich in der That ganz anders verhalten.

Ueber das Instrument, mit welchem alle diese merkwürdigen Untersuchungen gegenwärtig ausgeführt werden, das sogenannte Bolometer, in welchem die Elektricität die feinsten Massbestimmungen von Lichtwirkungen, überhaupt von Strahlungen liefert, soll demnächst Eingehendes mitgetheilt werden. Ist

ja doch die Strahlungsenergie der Sonne, welche nach Langley für jedes Quadratmeter der Erdoberfläche nahezu eine Pferdekraft hergeben kann, für uns die Wurzel alles Lebens und alles Reichthums.

Herr Langley hat ferner gefunden, dass die wärmende Wirkung der Sonnenstrahlung sich zwar sehr viel weiter in das Ultraroth hinein erstreckte, als man bisher angenommen hatte, dass aber bei den Strahlen, deren Wellenlänge gleich 0,0027 mm gefunden wurde — eine bis dahin noch ungeahnte Grösse — die Wärmewirkung plötzlich abbreche, „wie wenn das Spektrum auf einmal durch eine kalte Wand von unbestimmter Ausdehnung ersetzt würde." Freilich hat Langley selbst sich noch eigens dagegen verwahrt, als ob er behaupte, dass jenseits dieser Region gar keine Wärme mehr existiren könne, aber wenn dort deren noch vorhanden ist, so meint er, sei sie sehr, sehr gering. Ganz neuerdings ist nun aber dieses Langleysche Ergebniss von dem plötzlichen Abbrechen des Wärmespektrums widerlegt worden, und die Beobachtungen, auf denen es fusste, haben eine sehr wahrscheinliche Erklärung gefunden. Bekanntlich verschlucken nämlich die Gase gerade diejenigen Strahlen, die sie selbst auszusenden vermögen. So kommen ja die dunklen Fraunhoferschen Linien zu Stande, gerade an den Stellen des Spektrums, an welchen die absorbirenden Gase selbst Strahlen „emittiren" und an welchen daher helle Linien erscheinen würden, wenn sie heisser wären, als der durchscheinende glühende Körper. Wäre es nicht denkbar, dass auch das scheinbare plötzliche Abbrechen des Sonnenspektrums an der angegebenen Stelle die Folge einer Absorption ist, hervorgebracht durch einen Dampf, der einen Bestandtheil unserer oder der Sonnen-Atmosphäre ausmacht? Diesem Dampf müssten dann andererseits, wenn er leuchtend ist, eben jene Strahlen eignen, die er absorbirt. Nun hat sich bei einer Untersuchung des ultrarothen Spektrums, die Herr Julius in Utrecht, unterstützt von Buys-Ballot, ausgeführt hat, in der That gezeigt, dass solche Spektrallinien im Ultraroth vorkommen, die ganz bekannten Dämpfen entsprechen. Verbrennt man z. B. einfache oder zusammengesetzte Gase irgend welcher Art, bei denen Wasserdampf eines der Verbrennungsprodukte ist, so zeigt das Spektrum dieser brennenden Gase gerade an derjenigen Stelle des Ultraroth eine vorzüglich wärmende Wirkung, welche einer Wellenlänge von 0,0027 mm entspricht — eine Wirkung, die an Intensität nach beiden Seiten von dieser Stelle in einer bestimmten Curve abfiel. Hier liegt also, um uns anders auszudrücken, eine unsichtbare Emissionsbande, die dem Wasserdampf entspricht. Und da nun Wasserdampf einen wesentlichen Bestandtheil der irdischen Lufthülle bildet, so kann man gar nichts Anderes erwarten, als dass die Wirkung der Sonnenwärme gerade an dieser Stelle durch Absorption ausgelöscht erscheint. Wir sollten freilich jenseits dieser Region wiederum wärmende Strahlen vermuthen, welche die Erdoberfläche erreichen, und Langley hat in der That eine Spur davon zu bemerken geglaubt; er drückt sich allerdings darüber noch reservirter aus, indem er sagt: „Es giebt freilich einige zweifelhafte Anzeichen von Wärme jenseits dieses Punktes." Es bedarf jedenfalls noch weiterer Forschungen, um diese Anzeichen sicher zu konstatiren, aber wir dürfen hoffen, dass dies gelingen werde, um so mehr als die Juliussche Untersuchung noch weit jenseits dieser Stelle die wärmende Wirkung anderer Verbrennungsprodukte nachweisen konnte. So zeigte sich, dass die Kohlensäure Strahlen von der (fast möchte man sagen ungeheuren, wenn sie nicht so winzig klein wäre) Wellenlänge 0,0046 mm aussendet. An dieser Stelle also sollten wir ein nochmaliges Aufhören jeder Wärmewirkung des Sonnenspektrums erwarten infolge der Absorption durch die Kohlensäureschätze der Atmosphäre, für deren fortwährende Erneuerung die Organismen der Erde Sorge tragen.

Es bleibt der Zukunft vorbehalten, das Sonnenspektrum jenseits der Wasserdampfbanden genauer zu studiren.

Wenn wir die Pfade der Wissenschaft rückwärts gehen, um die Ausgangspunkte aller neueren Fortschritte in der Spektrometrie ausfindig zu machen, so werden wir auf zwei ganz verschiedenen Wegen demselben Manne begegnen als dem Vater der beiden Haupt-Methoden dieser Wissenschaft. Der eine Weg führt uns in Fraunhofers Studirzimmer und zeigt ihn uns, den in Gläsern gebrochenen und in tausend Farben zerstreuten Lichtstrahl untersuchend, der andere führt uns schliesslich — in die Klosterschenke zu Benediktbeuren. Dort sitzt Fraunhofer mit dem langjährigen Genossen seiner Arbeiten, mit Georg Merz und wirft zufällig durch die Fahne einer Gänsefeder seinen Blick nach einem brennenden Lichte. Die bekannten Regenbogenfarben, die er dabei sieht, regen ihn zu genaueren Versuchen über diese Erscheinungen an. Er erreicht es schliesslich durch eifrige Verbesserungen an den Reichenbachschen Maschinen für zarte Theilungen, tausend Striche genau parallel in dem engen Raume von drei Millimetern auf Glas zu ritzen. Und wie er nun das durch dieses Gitter fallende Sonnenlicht mit dem Fernrohr betrachtet, so erblickt er eine Erscheinung, mit der er durch seine früheren Arbeiten wohl vertraut geworden ist, das Spektrum mit all seinen dunklen Linien. Dieses durch Beugung erzeugte farbige Bild hat vor dem Brechungsspektrum mannigfache Vorzüge. Einmal liegen bei diesem die einzelnen Farben nicht in ihrer natürlichen Breite da, sondern die eine ist stärker zerstreut als die andere, und daher sind die Beobachtungen und Messungen dabei erschwert. Andererseits wird die Natur des Lichtes selbst bei seinem Durchgange durch das brechende Prisma geändert, Wärme und Licht werden vom Glase verschluckt, und zwar die einzelnen Farben in verschiedenen Verhältnissen, so dass Langleys Untersuchungen über die absorbirenden Eigenschaften der Atmosphäre nur mit Hülfe des Gitterspektrums ausgeführt werden konnten. Dieses ist aber in den letzten Jahren durch die vollendete Technik der Amerikaner zu einer geradezu staunenswerthen Vollkommenheit gebracht worden. Immer genauer wurden die zarten Theilungen, die man dem Glase einzuritzen vermochte; ein wesentlicher Schritt zur Vollkommenheit aber war es, als man statt des durchscheinenden Lichtes reflektirtes einzuführen anfing. Statt der Glasplatten nahm man nunmehr solche von Metall und auf diesen wurden die allerfeinsten Striche in engem Abstande eingeritzt. Am weitesten in dieser Technik ist jetzt Prof. Rowland gelangt. Derselbe ritzt die Gitter auf konkave Metallplatten ein, was für die Beobachtung der Spektren wesentliche Vortheile bietet. Bereits vor zwei Jahren hatte er auf diese Art eine schon sehr genaue Karte des Sonnenspektrums entworfen, die sich vom Roth bis in das äusserste Ultraviolet hinein erstreckte,[1]) mit Hülfe einer Theilmaschine, die 43 000 Striche auf den Raum eines Zolls in genau gleichen Abständen vertheilen musste. Aber die Theilmaschinen haben seitdem wieder wesentliche Verbesserungen erfahren, denn die bisherigen eigneten sich nur zur Herstellung kleiner Gitter, während Rowland jetzt solche von sechs Zoll Breite anzufertigen im stande ist. Diese geben nun eine Bestimmtheit in dem Bilde des Spektrums, von der man sich bisher nichts träumen liess. Die Karte wird mit Hülfe der Photographie hergestellt; nur so ist es ja möglich, die ultravioletten Theile des Spektrums in die Betrachtung zu ziehen, aber die Photogramme von 1886, die schon ursprünglich keine guten waren, hatten im Laufe der Zeit Verunstaltungen erfahren, so dass die späteren Vervielfältigungen den Ansprüchen auf Genauigkeit

---

[1]) Einige schöne Resultate, die man mit dem Rowlandschen Gitterspektrum erlangt hat, finden sich S. 42 des ersten Heftes erwähnt.

nicht mehr genügten. Nun hat Prof. Rowland Jahre lang an der Verfertigung von empfindlichen Platten gearbeitet, und er hat sowohl gewöhnliche, die für die ultravioletten Strahlen am empfindlichsten sind, als auch orthochromatische, d. h. solche, auf welche die hellsten Theile des Spektrums besonders einwirken, hergestellt, die selbst den höchsten Anforderungen genügen. So ist er denn jetzt genügend vorbereitet, um die Anfertigung der Karten nochmals aufzunehmen. Bereits hat er auf den ersten neuen Photogrammen genaue Messungen der Haupt-Wellenlängen vorgenommen, die sich bis in das Ultraviolet ausdehnen, und die Sorgfalt, mit der er dies ausgeführt hat, übertrifft alle früheren Messungen, denn man kann wetten, dass die gemessenen Grössen um kaum zwei Milliontheile ihres Werthes falsch sind.

Aber freilich ist das schon wieder nicht das letzte, was für die heutige Forschung erreichbar ist. Es kommen bereits Nachrichten von Amerika über ein Instrument, das noch genauer als Rowlands Gitterspektra nur Fehler von dem vierten Theile des obigen Betrages zulässt. Der „Interferential-Refraktometer“ — so heisst das neue Instrument — zeigt seine Ueberlegenheit über die Rowlandschen Gitter schon dadurch, dass es die rothe Wasserstofflinie, die man bisher stets einfach gesehen hat, als aus zwei sehr nahen Linien zusammengesetzt zeigt. Ueber die Aufgaben, die diesem feinen Apparate zur Lösung zufallen, hat sich Michelson in einem Vortrag vor der physikalischen Sektion der oben erwähnten amerikanischen Gesellschaft ausgesprochen. Sie beziehen sich auf das Studium des Einflusses, welchen die Temperatur, Dicke und Dichtigkeit der Lichtquelle und die Zusammensetzung des strahlenden Körpers auf eine symmetrische oder unsymmetrische Verbreiterung der Spektrallinien ausübt. Diese Frage ist neuerdings u. a. von Herrn Ebert in Angriff genommen worden, und er ist dabei schon zu viel versprechenden Ergebnissen gelangt. Auf diese Arbeiten kommen wir wohl ein andermal zurück.

Sm.



Der Ausbruch des Bandai-San auf Japan. Ueber den am 15. Juli d. J. erfolgten Ausbruch des Bandai-San im nördlichen Theile der japanischen Hauptinsel entnehmen wir aus der „Nature“ im Auszuge die folgende Schilderung eines Augenzeugen. Der Vulkan, von 1900 Meter Höhe, galt seit Menschengedenken als erloschen. Um so unerwarteter trat an dem verhängnissvollen Tage morgens 8 Uhr die furchtbare Katastrophe ein, welche den nordöstlichen Vulkan (den kleinen Bandai-San) in einem einzigen Augenblicke zertrümmerte und vom Erdboden verschwinden liess, wobei ein Flächenraum, halb so gross wie London, mit einem Dutzend blühender Dörfer in ein wüstes Trümmerfeld verwandelt wurde. Trotz der gewaltigen Explosionen wurde doch in der verhältnissmässig geringen Entfernung von 20 engl. Meilen weder eine Erschütterung noch ein Getöse wahrgenommen, nur ein siebenstündiger Aschenregen, der nach dem Niedersinken ein Centimeter hoch die weitere Umgebung bedeckte, gab den entfernter Wohnenden Kunde von dem schrecklichen Ereigniss.

Eine von Tokio ausgehende Gesellschaft erstieg den neu entstandenen Krater und fand nach einem Aufstieg von 1000 Meter frische Einsenkungen im Boden vor. Ein stinkender Dampf umlagerte den Berg, von dessen Höhe aus man die Verwüstung, die jeder Beschreibung spottet, überblicken konnte. Eine steile, zerklüftete, nach innen gebogene Klippenwand von 200 Meter Höhe bildete den am Platze stehengebliebenen Rest des Feuerberges; die ganze übrige gewaltige Masse war über das Land hingeschleudert worden, so dass

von dessen früherer Gestaltung unter den gewaltigen Schuttmassen nichts mehr zu entdecken ist. Am Fusse der Klippe brachen unter Brausen aus zwei Erdspalten erstickende Dampfwolken hervor. Die durch den Ausbruch freigelegte Fläche, welche ehemals die Basis des Vulkans bildete, mochte wohl ein Areal von etwa 8 bis 10 Quadr.-Kilometer umfassen, während die 5 Meter mächtige und über 129 Quadr.-Kilometer verbreitete Trümmerdecke sich auf mindestens 700 Millionen Tons schätzen lässt. Der am Fusse des Bandai-San hinfliessende Nakasegawa, von mächtigen Steinhaufen aufgehalten, bildete allenthalben weite Wasserflächen. Kein lebendes Wesen war zu entdecken, wohl aber Hunderte entstellter Leichen, die Opfer der furchtbaren Naturgewalt. Der Ausbruch muss in einer ziemlich starken Neigung zur Senkrechten seine volle Kraft geäussert haben, sonst könnte man sich die grosse Entfernung, bis zu welcher die Stein- und Schlammmengen geschleudert worden sind, bei der Kürze der Zeit, in welcher sie den mehrere Meilen langen Weg zurücklegten, nicht recht erklären. Der die Eruption begleitende Luftdruck war so gewaltig, dass er ausgedehnte Wälder niederriss. Stellenweise machte das Chaos den Eindruck eines plötzlich gefrorenen, sturmerregten Meeres; so hatte sich an einem Orte ein Steinwall von 2 bis 3 Meter Höhe angehäuft; ein plötzlich zum Stillstand gekommener Wall von Aschenschlamm bildete sogar einen steilen Absturz von 60 Meter Höhe.

Wenn auch bereits einige Tage vor dem Ausbruch sich schwache Erdstösse und ein Erzittern des Bodens bemerklich gemacht hatten und die heissen Quellen eine Steigerung der Temperatur und der Wasserfülle aufwiesen, kein Zeichen war ernstlich genug, um die so verheerende Katastrophe vermuthen zu lassen, bis am 15. Juli um $7^1/_2$ Uhr ein heftiger Stoss, dem nach einer Viertelstunde ein zweiter stärkerer folgte, ein Erdbeben einleitete, dessen Gewalt den Boden hob und senkte, so dass alles niedergeworfen wurde. Ein grausenvolles Krachen erhob sich, als wenn hunderte von Donnerschlägen gleichzeitig erfolgten, ein Getöse von wahrhaft übernatürlichem Eindruck. Unter orkanartigem Sturme verdunkelte sich die Luft, ein Regen von Asche, glühender Schlacken und kochenden Wassers ergoss sich über die unglückliche Landschaft, während dahinrasende Schlamm- und Schuttlawinen das Zerstörungswerk vollendeten. Zweifellos waren angespannte Dämpfe die Ursache der Explosion. Die zur Zeit in Japan anwesenden Seismologen werden unter Leitung von Prof. Milne im Auftrage der japanischen Regierung das Phänomen eingehenden Untersuchungen unterziehen, und man darf hiervon werthvolle Aufschlüsse über die Natur der Erderschütterungen erhoffen. Schw.



Beobachtung der Höhe, Länge und Geschwindigkeit der Oceanwellen.

Die äusserst schwierige Messung der Höhe und Länge der Meereswogen inmitten eines sturmerregten Oceans, wo die störenden Einflüsse der Inseln und Continente ihrer freien Entfaltung kein Hinderniss bieten, ist erst in neuester Zeit durch Anwendung geeigneter Messapparate auf eine grössere Genauigkeit gebracht worden. Musste man sich bislang mit Schätzungen begnügen, welche die Höhe nach dem Augenmass, etwa an vorbeisegelnden Schiffen, die Länge der Wellen nach derjenigen des Schiffskörpers und die Zeitdauer ihres Fortschreitens vermittelst eines gewöhnlichen Chronometers bestimmten, so ermöglicht heutzutage das feinfühlige Aneroïdbarometer eine zuverlässige Angabe der Wellenhöhen bis auf Bruchtheile des Meter, während

der Chronograph die Dauer der scheinbar fortschreitenden Bewegung auf $^1/_5$ Sekunde genau registrirt, so dass der Beobachter seine ungestörte Aufmerksamkeit dem Gegenstande der Untersuchung zuwenden kann.

Solcher neueren technischen Hülfsmittel bediente sich Ralph Abercromby im Jahre 1885 auf einer Fahrt des „Tongariro" in verschiedenen Gegenden des südlichen Stillen Oceans, zwischen Neuseeland und Cap Horn, zur Messung der Elemente der Meereswogen. Eine Reihe von zahlreichen Beobachtungen, deren Resultate in den Proc. of the Phys. Soc. of Lond., Vol. IX, Juli 1888 mitgetheilt worden sind, ergab für die grössten Wellen eine durchschnittliche Höhe zwischen Wellenberg und Wellenthal von 14,0 Meter, eine Länge von 233,2 Meter und eine stündliche scheinbare Fortpflanzungsgeschwindigkeit von etwas mehr als 75 Kilometer oder rund 10 geograph. Meilen; für die Periode der Oscillation wurde eine Zeitdauer von 16,5 Secunden als mittlerer Werth festgestellt. Da diese Messungen bei ruhigem Wetter, während die See von vorangegangenen Stürmen noch in Bewegung war, angestellt worden sind, so kann man mit Abercromby sehr wohl annehmen, dass die Wogen zeitweise im südlichen Ocean eine Höhe von 20 Meter erreichen.

Nur auf weiten und tiefen Meeren, wo alle die Bewegung verstärkenden Ursachen längere Zeit hindurch einwirken können und keine Widerstände diese Wirkung schwächen, begegnet man solchen mächtigen Wellen, wie sie auf kleineren Meeren niemals angetroffen werden. Aber selbst auf freiem Oceane wird die Höhe und Ausdehnung der Wasserberge je nach den lokalen Bedingungen, als Tiefe, Meeresströmungen, Dichtigkeit, und den temporären meteorologischen Verhältnissen, wie Winde und Luftdruck, ein sehr wechselvolles Verhalten zeigen. Aus diesem Umstande erklärt sich die Verschiedenartigkeit der folgenden, von mehreren Beobachtern des Wellenphänomens erzielten Ergebnisse, die — aus der bekannten Oceanographie von Dr. Krümmel entnommen — eine interessante Vergleichung darbieten, wobei indessen die Unsicherheit der älteren, auf blosser Schätzung beruhenden Zahlen, wohl zu beachten ist.

Tafel der Wollen-Elemente.

Beobachter.	Ort.	Höhe in Metern.	Stündl. Geschwindigkeit in Meilen.	Länge in Metern.	Periode in Zeitsecunden.
Lieut. Pâris	Indischer Ocean .	—	7.3	114.0	7.5
Adm. Molter . . .	—	—	17.4	823.8	23.0
Cap. Ross	Cap d. gut. Hoffng.	7.0	19.5	579.7	—
Cap. Chüden . . .	33° S., 107° W. .	10.1—11.0	—	300—400	—
Dumont d'Urville	Cap d. gut. Hoffng.	30.0	—	—	—
Scoresby	Atlant. Ocean . .	12.8	—	—	—
„Novara"	—	11.0	—	—	—
„Challenger"	—	7.0	—	—	—
Abercromby	Süd-Pacific	14.0	10.0	233.2	16.5

Bei der Erdumsegelung der „Bonite" und „Venus" fand man keine grösseren Wellenhöhen als $7^1/_2$ Meter. In der Bai von Biscaya sollen nach französischen Beobachtungen die Wellen bis zu 11 Meter Höhe erreichen; für das Mittelmeer wird als Maximum 4,3 Meter, für die Nordsee 4 Meter angenommen.

Schw.



H. C. E. Martus, Astronomische Geographie. Zweite Auflage. Leipzig, Koch, 1888. Preis M. 7,50.

Der Verfasser dieses vortrefflichen Buches macht es sich zur Aufgabe, einem nur mit elementaren mathematischen Kenntnissen versehenen Leserkreise in populären Abrissen die Hauptbegriffe der sphärischen und theoretischen Astronomie und der Geodäsie vorzuführen; er behandelt zu diesem Zwecke im ersten Abschnitte die Begriffe und Aufgaben der sphärischen Astronomie (Polhöhe, Zeitbestimmung, Auf- und Untergang der Gestirne, Refraktion u. s. w.), im zweiten die geodätischen Fragen (geographische Ortsbestimmung, Gradmessung, die Betrachtung der Erde als Sphäroid, Abplattung, Schwerkraft u. s. f.) und die Bewegungserscheinungen der Erde und der Planeten (Keplers Gesetze, Mondbahn, Finsternisse u. s. w.). Trotzdem er nur elementares Wissen, etwa noch die Kenntniss der ebenen und sphärischen Trigonometrie, in Anspruch nimmt, gelingt ihm die verständliche Darstellung auch der schwierigeren Kapitel. Neben Kürze und Klarheit in den Definitionen hat das Buch einen besonderen Vorzug vor Werken ähnlicher Art, nämlich jenen einer überaus geschickt gehandhabten Anschaulichkeit, in welcher der Verfasser nicht selten zu originellen Mitteln greift. Musterstücke dieser Art sind beispielsweise die Erläuterungen über die Bewegung des Mondes mit der Erde um die Sonne und das Entstehen der Finsternisse. Ebenso anschaulich, „packend" möchte ich sagen, wirken seine Rechnungsbeispiele. Hier eine Probe zum Kapitel „Krümmung der Erdoberfläche": „Die Friedrichstrasse in Berlin ist 3240 m lang, sie hat die Richtung der Magnetnadel; an ihrem Nordende ist mithin die Polhöhe schon $1\frac{3}{4}$ Minuten grösser als an ihrem Südende. — Würde ein Astronom sein Fernrohr in der Richtung der Mittagslinie nur um 3 m verschieben, so würde er damit schon die Zehntelsekunden seiner Polhöhe geändert haben". Oder zum Kapitel von der Länge des Erdhalbmessers für einen gegebenen Ort: „In einem Hause am Nordende der Friedrichstrasse würde man dem Mittelpunkte der Erde um 10,6 m näher sein als am Südende der Strasse, also um drei Treppen steigen müssen, um mit den Leuten am Südende gleichweit vom Erdcentrum zu sein." Bei den geodätischen Messungen geht der Verfasser auch ziemlich in Details ein: wir finden hier eine genaue Beschreibung des Basismessapparates, seines Gebrauches, des Nivellements u. s. f. Die Ausführungen der einzelnen Paragraphen sind von reichhaltigen historischen Anmerkungen begleitet und bei den Angaben meist die neueren Arbeiten zugezogen. Unter den Beweisen über die Rotation der Erde findet sich auch der neuere, durch weitere Beobachtungen aber jedenfalls noch zu erhärtende aus dem „Seitendruck" der Eisenbahnzüge. Dieser Beweis ist nach dem Verfasser der folgende: „Auf doppelgleisigen Strecken, auf welchen die Schienen nur durch neben denselben in die Schwellen eingelassene Hakennägel befestigt sind, findet durch den Druck der Züge eine Fortschiebung der Schienen, eine Schienenwanderung statt; sie trifft nach den Erfahrungen der Hamburg-Harburger Eisenbahnverwaltung jene Schiene in stärkerem Masse, welche in der Richtung des fahrenden Zuges die rechtsseitige ist (diese ist, wegen des Erdumschwunges von West nach Ost, im Nachtheil), und soll in einem Vierteljahre den Betrag von 8 Centimetern erreichen. — Bei den Lokomotiven zeigen, da die Räderpaare in Folge des Umwendens der Maschine auf der Drehscheibe ihre Lage wechseln und der Druck auf der Rechtsseite der Fahrtrichtung immer grösser ist als auf der Linksseite, die rechtsseitigen Lokomotivräder im Laufe der Zeit eine grössere Abnützung als die linksseitigen."

F. K. Ginzel.



O. Dziobek, Die mathematischen Theorien der Planetenbewegungen. Leipzig, J. Amb. Barth, 1888. Preis Mk. 9,—.

Dieses Werk, dessen Herausgabe vom Kultusministerium unterstützt worden ist, verfolgt vornehmlich den Zweck, dem mathematisch Ausgebildeten die schnellere Einführung in die astronomischen Theorien der Störungen zu ermöglichen. Der Verfasser giebt hierzu im ersten Abschnitte die Hauptsätze der Himmelsmechanik, die nöthigen Definitionen über die Charakteristik der Bahnen der Himmelskörper, und nach Darlegung der bei der Bewegung mehrerer Körper stattfindenden mechanischen Prinzipien eine allgemeine Darstellung des Problems der drei Körper und der Spezialfälle desselben. Der zweite Abschnitt ist von wesentlich mathematischen Interesse. Er giebt die Integration der Differentialgleichungen der Bewegung nach Poisson und Lagrange und die Entwicklung dieser Sätze für die elliptischen Planetenbahnen, ausserdem beschäftigt er sich noch namentlich mit der Hamilton-Jacobischen partiellen Differentialgleichung und deren Anwendung auf die elliptische Bewegung der Planeten. Der dritte, für Astronomen interessanteste Abschnitt endlich enthält die „Theorie der Störungen". Er beginnt mit der Entwicklung der absoluten Störungen (mit besonderer Rücksichtnahme auf Laplace), verfolgt die Entwicklung der Störungsfunktion nach Leverrier u. A. und ihrer Verwendungsart in der Störungstheorie. Darauf wendet sich der Verfasser zu der durch Euler begründeten Methode der Variation der Konstanten, und giebt eine Ableitung der auf Grund dieser fruchtbringenden Methode von Laplace und Lagrange gewonnenen wichtigen Sätze und deren Bedeutung bei der Frage über die Stabilität unseres Planetensystems. Hieran schliesst sich die Untersuchung des Einflusses der säkularen Glieder in der Störungsfunktion nach Leverrier, und des Auftretens der Glieder langer Periode. Diesem folgt die Berücksichtigungsweise der aus den zweiten Potenzen der Massen hervorgehenden Glieder und der Laplacesche Beweis über die Unveränderlichkeit der grossen Bahnachsen der Planeten. Den Schluss bildet der Hinweis auf die Wichtigkeit einiger Sätze, welche für die Coëfficienten bei der Entwicklung der Coordinaten in trigonometrische Reihen erlangt werden können. Jeder Abschnitt wird mit einem historischen Ueberblicke abgeschlossen.

Um den Verfasser in seiner Absicht nicht misszuverstehen, darf der astronomische Leser, der das Werk kennen lernen will, den Standpunkt desselben nicht vergessen. Dieser Standpunkt ist ein rein mathematischer, der das Problem in seiner Allgemeinheit, namentlich von dieser Seite aus betrachtet und demgemäss den Fortschritt in der Lösung des Problems der drei Körper in Bezug auf das Sonnensystem berücksichtigt. Darum liegt jene Darstellung der Ueberwindung der Schwierigkeiten ausserhalb des Interesses des Autors, welche in der numerischen Berechnung der Störungen bei den Asteroiden und Kometen durch die Arbeiten von Hansen, Encke, Tietjen, Oppolzer u. A. ebenfalls einen mathematischen Fortschritt, allerdings einen wesentlichen Fortschritt anderer Art repräsentiren. Obwohl zur Zeit die Ueberzahl der Astronomen gerade die Entwicklung dieses letzteren Gegenstandes der Störungstheorie verfolgt, wird das verdienstvolle Werk Dziobeks auch in astronomischen Kreisen mit Interesse gelesen werden.

F. K. Ginzel.





Herrn Amtmann E. in N. Sie wünschen, dass die Redaktion nächstens auch eine Mondkarte veröffentlichen möge. Zunächst veranlasst uns dieser Wunsch im Interesse aller derjenigen Liebhaber der Astronomie, welche sich mit Vorliebe dem Monde zuwenden, und deren Thätigkeit in dieser Richtung auch für die Wissenschaft sehr werthvolle Früchte tragen kann, eine Uebersicht über die vorhandenen guten Mondkarten zu geben. Die grösste und vollständigste derselben ist die einen Durchmesser von etwa 190 cm besitzende Karte von Julius Schmidt, welche auf Kosten des Kgl. preussischen Unterrichtsministeriums herausgegeben und bei Dietrich Reimer in Berlin zu haben ist. Am nächsten stehen derselben in Ausführlichkeit und Zuverlässigkeit die Mondkarten von Lohrmann, welche vor einiger Zeit bei Joh. Ambr. Barth in Leipzig neu erschienen sind, und die Mondkarten von Maedler, welche dem Verlag von Simon Schropp in Berlin angehören. Noch kleinere Karten, welche aber in den meisten Fällen den in Rede stehenden Bedürfnissen nicht mehr genügen werden, sind den besten vorhandenen Lehrbüchern der populären Astronomie beigegeben. Der neueste Standpunkt der Mondforschung findet aber in allen diesen Karten, obwohl mindestens eins jener Kartenwerke für den Mondbeobachter unentbehrlich ist, kein volles Genüge mehr und verlangt speziellere Darstellungen einzelner Gegenden des Mondes, wie sie u. a. in dem berühmten Werke von Nasmyth und Carpenter, sowie an einzelnen Stellen in den Fachzeitschriften enthalten sind. Wir werden uns im Verlaufe der Zeit bemühen, gerade in letzerer Richtung durch Spezial-Darstellungen einzelner für die gegenwärtige Forschung besonders wichtiger und interessanter Mondgegenden den weitergehenden Wünschen entgegenzukommen.

Herrn W. L. H. in Berlin. Verzeichnisse der bisher festgestellten Fixsternparallaxen und der berechneten Doppelsternbahnen finden Sie allerdings wohl in fast allen populären Astronomien. Wir wollen jedoch gern auf Ihren Wunsch in einem der nächsten Hefte ein möglichst vollständiges und bis auf die heutige Zeit ergänztes Verzeichniss der wichtigsten Ergebnisse dieser Art mit allen nöthigen Nebenangaben veröffentlichen.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Ueber historische Sonnenfinsternisse.

Von

F. K. Ginzel,

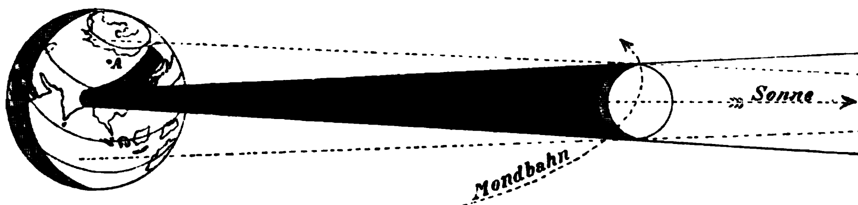
Astronom am Recheninstitut der Königl. Sternwarte in Berlin.

Von allen Himmelserscheinungen haben die Verfinsterungen des Mondes und der Sonne die meiste Popularität. Unterrichtet ja jeder Zehnpfennig-Kalender schon alle Welt von dem Eintritt und der Dauer der Finsternisse (wenn auch bisweilen fehlerhaft); nicht mindere Aufmerksamkeit widmen ihnen die Zeitungen und bereiten die Leser darauf vor, so dass man sagen kann, dass heutzutage wohl kaum die erheblicheren Finsternisse des Mondes und der Sonne völlig unbemerkt bleiben können. Die grossen seltenen Verfinsterungen der Sonne vollends haben in unserer Zeit allgemeines Interesse und werden von allen Schichten des Volkes mit Spannung erwartet, wie wir dies bei der totalen, in Deutschland leider zumeist verregneten Sonnenfinsterniss des vorigen Jahres zu constatiren vollauf Gelegenheit hatten. Die leuchtende Corona um die vom Monde verhüllte Sonne und die rothen flammenden Protuberanzen sind durch die Bemühungen einer Reihe populärer astronomischer Schriftsteller (nicht wenig namentlich durch die Werke von Secchi und Lockyer) so bekannte Dinge geworden, dass man bei der eben genannten vorjährigen Finsterniss in den Strassen Berlins gute und schlechte Bilder jener Erscheinungen gewissermassen als Textbücher für die zu erwartende himmlische Vorstellung ausbieten sah. Jeder halbwegs Gebildete weiss über die Bedeutung dieser Phänomene soviel, dass die unzertrennlichen Begleiter totaler Sonnenfinsternisse, die Corona und die Protuberanzen, für die Erkenntniss der Beschaffenheit der Sonne die wichtigsten Behelfe liefern und darum deren Erforschung zu den interessantesten Kapiteln der beobachtenden Astronomie gehört. Niemand wundert sich mehr, wenn die Astronomen um der paar Minuten willen, innerhalb welcher bei den totalen Sonnenfinsternissen jene

Erscheinungen sich abspielen, kostbare Expeditionen ausrüsten und lange Reisen nicht scheuen, um die Totalitätsphänomene für die Wissenschaft möglichst auszunützen. Das Verständniss, welches das gebildete Publikum den Zielen, die von der Astronomie bei grossen Sonnenfinsternissen verfolgt werden, entgegenbringt, ist also ein lebhaftes und im allgemeinen richtiges. Namentlich finden die für die Physik des Sonnenkörpers gewonnenen spectralanalytischen und photographischen Resultate schnelle Würdigung. Der Freund und Interessent der Himmelskunde liefe indess Gefahr, in den auf physikalische Ausbeutung bestrebten Anstrengungen unserer heutigen Astronomie die einzige Wichtigkeit grosser Sonnenfinsternisse zu erblicken. Jene grossen Naturschauspiele bergen nicht nur physikalische, sondern auch geometrische Erkenntnisse in sich. Der Nutzen, den wir aus der Beobachtung der Sonnenfinsternisse ziehen können, bezieht sich auch auf Thatsachen in der Bewegung des Mondes, und zwar ist dieser Nutzen ein doppelter: er erstreckt sich nicht nur auf eine verbesserte Kenntniss der Mondbewegung, sondern verhilft uns auch, wie wir später sehen werden, zur Sicherstellung resp. Aufklärung über geschichtliche Facta, kommt also der theoretischen Astronomie und gleichzeitig den historischen Wissenschaften zu gute. Die bisweilen allzu starke Betonung der Wichtigkeit grosser Sonnenfinsternisse für die astrophysikalische Forschung lässt das Publikum die eben angedeuteten anderweitigen Ziele wissenschaftlicher Arbeit nicht selten ganz übersehen. Es wird daher gerecht und billig sein, wenn auch die Bedeutung der grossen Sonnenfinsternisse für die Verbesserung unserer Kenntniss der Mondbahn und ihrer Wichtigkeit für historische Fragen hier einmal eine populäre Darstellung erfährt. Bei der Schwierigkeit, diesen seiner Natur nach mathematischen Gegenstand in allgemein verständlicher Weise zu behandeln, muss ich allerdings meine Leser um Entschuldigung bitten, wenn ich Lücken in ihrem Verständnisse lassen sollte.

Die Einsicht in die Resultate, die sich aus centralen Sonnenfinsternissen für die Verbesserung der in unsern Rechnungen angenommenen Mondbewegung erreichen lassen, wird am klarsten durch einen Blick auf die geometrische Bedeutung der Finsternisse selbst. Der Mond erzeugt vermöge der auf ihn fallenden Strahlen der Sonne einen Schattenkegel, welcher, wenn die mathematischen Bedingungen für das Eintreten einer centralen Sonnenfinsterniss statthaben, die Erde auf ihrer Oberfläche mit einer gewissen Breite irgendwo trifft, wie dies in der folgenden Figur ersichtlich gemacht ist. Da der Mond seine

Bahn um die Erde in schneller Bewegung weiter verfolgt, die Erde sich um ihre Axe dreht und mit dem Monde um die Sonne, so wird die Lage des Schattenkegels auf der Erde jeden Augenblick eine andere: er schreitet über die Erde fort. Auf diese Weise entsteht auf der Erdoberfläche bei jeder centralen Sonnenfinsterniss eine mehr oder minder

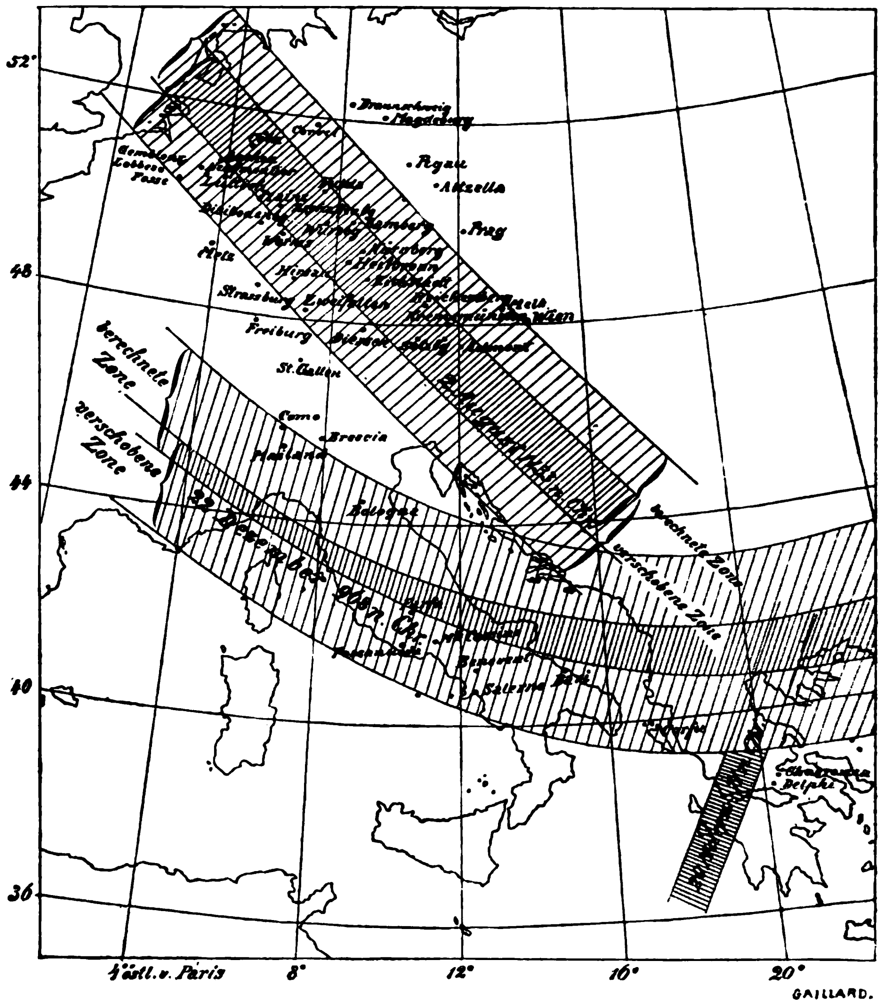


breite Zone, innerhalb welcher die Verfinsterung an den in ihr gelegenen Orten m, n, o, der Reihe nach sichtbar wird und zwar als totale, ringförmige oder ringförmig-totale (sog. annulare) Finsterniss, je nach der Lage des Schattenkegels gegen die Erdoberfläche.[1]) Die ausserhalb dieser „Centralitätszone“ gelegenen Orte A und B können, wie übrigens von selbst klar ist, die Erscheinung nur partiell sehen und zwar desto beträchtlicher, je näher sie der Nord- oder Südgrenze der Centralitätszone liegen; aber nur jene Beobachter werden die Centralität der Verfinsterung wahrnehmen, die sich in der Zone befinden, nur diese werden also bei einer totalen Sonnenfinsterniss alle jene merkwürdigen Phänomene beobachten können, welche mit dem Eintritte dieser Naturerscheinungen verbunden sind.

Für jede vorgelegte Finsterniss lässt sich die Lage ihrer Centralitätszone berechnen. Das Fundament zu dieser Rechnung liefern unsere Sonnen- und Mondtafeln, nämlich jene Tabellenwerke, in denen die aus der Theorie der Bewegung der Sonne und des Mondes gezogenen Zahlenwerthe enthalten sind. Aus diesen Tafeln werden zuerst eine Reihe von Grössen bestimmt, welche im allgemeinen die Stellung des Mondes und der Sonne zur Zeit der Conjunction (bei welcher Sonne, Mond und Erde in eine gerade Linie treten) und die Veränderungen dieser Beträge während gewisser Zeit repräsentiren, worauf aus diesen die „Elemente“ der Finsterniss hergestellt werden, nämlich eine Anzahl von Grössen, die zu der Lösung der Aufgabe, aus der Lage des Schattenkegels die näheren Verhältnisse der Sichtbarkeit der Verfinsterung zu berechnen, gebraucht werden. Sind die

[1]) Die totalen Finsternisse haben zumeist sehr breite Centralitätszonen, die ringförmig-totalen dagegen ein auffallend enges Sichtbarkeitsgebiet; so hatte die später zu erwähnende totale Sonnenfinsterniss vom 2. Aug. 1133 eine Centralitätszone von 370 Kilometer Breite.

Finsterniss-Elemente ermittelt, so hat die Erledigung der Fragen nach dem Lauf der Centralitätszone, nach der Dauer der Totalität in dieser Zone, nach der Zeit und Grösse der verfinsterten Phase für einen bestimmten Punkt der Erdoberfläche und die Lösung anderer verwandter Aufgaben der Theorie der Finsternisse keine weitere Schwierigkeit. Von letzteren Aufgaben interessiren uns hier vornehmlich nur die Centralitätszonen der Finsternisse; (mehrere dieser Zonen finden ich auf der hier nächstfolgenden Karte eingetragen).



Der Leser sieht leicht, dass die Rechnungsresultate über den Verlauf der Sonnenfinsternisse von der Richtigkeit der dabei befolgten Theorie und von der Correctheit unserer Sonnen- und Mondtafeln ab-

hängen. Die heutige Berechnungsweise der Finsternisse, als der erste in Frage kommende Factor, lässt in der ihr durch Hansen gegebenen Gestalt wenig zu wünschen übrig und gestattet, die Ermittelungen der Sichtbarkeitsverhältnisse mit beliebigem Grade von Schärfe durchzuführen; von dieser Seite sind also Abweichungen gegen die Wahrheit nicht zu fürchten. Auch aus unseren Sonnentafeln kann für jene Bestimmungen kein nennenswerther Fehler erwartet werden. Zwar litten derartige Tafeln noch zu Anfang unseres Jahrhunderts an beträchtlichen Ungenauigkeiten, haben aber durch Leverrier ein so exactes Fundament erlangt, dass die aus ihnen berechneten Orte der Sonne mit jenen, welche wir aus der Beobachtung der Sonne an den besten Instrumenten (Meridiankreisen) erhalten, eine ganz befriedigende Uebereinstimmung zeigen. Einen viel schwierigeren Stand haben die Mondtafeln gegenüber den Finsternissen und namentlich gegenüber den Finsternissen alter Zeiten. Ueber diesen Punkt gestatte mir der Leser eine besondere Darlegung.

Die Bewegung des Mondes bietet der Astronomie aus vielen Gründen ein überaus schwieriges Problem. Seit einem Jahrhundert haben die bedeutendsten Astronomen ihren Scharfsinn daran versucht, ohne bisher eine völlig befriedigende und erschöpfende Lösung zu erreichen. Das Genie Laplace gab in seiner unsterblichen „Mécanique céleste" zuerst eine streng mathematische Durchführung der Theorie der sehr verwickelten Bewegung unseres Trabanten, mit Rücksichtnahme auf die Störungen, die letzterer von der Sonne und den Planeten erfährt. Die auf diese Theorie gegründeten Mondtafeln von Bürg gaben eine bessere Uebereinstimmung mit den beobachteten Orten des Mondes, als man bis dahin erlangt hatte. Zu Anfang unseres Jahrhunderts waren es Lagrange und Bouvard, später Damoiseau und Plana, welche sich an diesem Problem versuchten und es in gewissen Richtungen weiterzuführen trachteten. Aber erst seit den Erfolgen des ehemaligen Uhrmachers, späteren Astronomen in Gotha, Hansen, ist die Vollkommenheit der Mondtafeln der Höhe unserer Anforderungen entsprechend geworden. Die Mondtafeln dieses berühmten Analytikers werden gegenwärtig für die Berechnung der Bewegung unseres Trabanten allgemein angewendet und befriedigen in hohem Grade. Ihre völlige Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit herzustellen, hat in neuerer Zeit der Amerikaner Newcomb sich bemüht. Allein immer noch bleiben zwischen den beobachteten und berechneten Orten des Mondes kleine Differenzen, über deren Ursache die Astronomie bis jetzt nicht ins Klare gekommen ist, so dass das

Auftauchen der Meinung nicht befremdend erscheint, welche annimmt, dass das allgewaltige in unserem Sonnensystem überall giltige Gravitationsgesetz für die Erklärung aller Eigenthümlichkeiten der Mondbewegung nicht zureichend sein möge. Eine der wichtigsten dieser Eigenthümlichkeiten ist die veränderliche Bewegung des Mondes in seiner Bahn, die sogenannte säculare Beschleunigung. Man erkannte vor fast zweihundert Jahren, dass sich der Mond innerhalb gewisser Perioden schneller bewege als zu anderer Zeit. Diese und andere Ungleichheiten, auf die anfangs zumeist aus der Vergleichung mit den Beobachtungen der Alten geschlossen ward, wurden später durch die rein mathematische Untersuchung der Bewegung des Mondes, durch die Mondtheorie, bestätigt. Es zeigte sich zum Beispiel, dass unser Erdbegleiter sich von der Zeit der Babylonier bis ins Mittelalter langsamer bewegt hat, als im sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert unserer Zeitrechnung; aus Newcombs Untersuchungen ergab sich, dass diese Bewegung im laufenden Jahrhundert eine langsamere ist als im verflossenen. In Bezug auf den numerischen Werth der säcularen Beschleunigung ist es nun interessant, dass die von verschiedenen Forschern ausgeführte theoretische Bestimmung dieses Betrages abweichende Resultate zu Tage gefördert hat. Während Adams und Delaunay fanden, dass die hundertjährige Beschleunigung der Mondbewegung ungefähr 6″ (Bogensekunden) betrage, kam Hansen auf dem Verfolge seiner Theorie zu der Acceleration von 12″; in seinen Mondtafeln adoptirte er den Betrag von 12·″18. Welcher Werth der richtige ist, darüber liegt bis jetzt keine Entscheidung vor, aber die Gewissheit hat man erlangt, dass es nur mittelst des Hansenschen Beschleunigungsbetrages oder doch eines demselben nahe kommenden Werthes gelingt, die heutigen Beobachtungen des Mondes mit denen der Alten halbwegs in Einklang zu bringen. Ueber die Ursachen der Differenz von 6″ der Theorie gegen den Betrag von 12″, der aus den Beobachtungen gezogen wird, sind verschiedene Hypothesen aufgestellt worden. Ferrel und Delaunay zogen die Phänomene der Flutherscheinungen zur Erklärung heran. Andere wiesen auf eine möglicherweise eingetretene Aenderung in der Geschwindigkeit der Erdrotation hin; Oppolzer zeigte vom rechnerischen Standpunkte aus, inwiefern durch die Existenz eines cosmischen Staubes die Bewegung der Erde verändert werden könne. Aber es existirt bis jetzt noch keine völlig erschöpfende und einwurfsfreie Durchführung der Theorie der Mondbewegung, so dass man die Hoffnung aufrecht erhalten darf, es werde in dieser Entscheidung schliesslich noch die

Mathematik, diese treue Helferin des Astronomen, das letzte Wort sprechen.

Von einer ideellen Vollkommenheit unsrer Mondtafeln sind wir, wie mein aufmerksamer Leser sieht, zur Zeit noch entfernt. Die Tafeln genügen für die Gegenwart; bei der Anwendung auf verschwundene Epochen aber zeigen sich Differenzen gegen die Wahrheit. Gehen wir nämlich in solch ferne Zeit zurück und berechnen mittelst der Hansenschen Tafeln die Centralitätszone einer der alten Finsternisse, so können wir leicht die Wahrnehmung machen müssen, dass die berechnete Zone Orte nicht überdeckt, aus denen wir sichere Nachrichten haben, dass daselbst von Augenzeugen alle Zeichen der Totalität beobachtet worden sind. Beispielsweise fand im Jahre 29 n. Chr. in Bithynien eine grosse Sonnenfinsterniss statt, welche zu Nicäa gesehen wurde und von einem furchtbaren Erdbeben gefolgt war; es ist dieselbe, welche die Kirchenväter irrthümlicher Weise mit der Finsterniss bei Christi Tode identificirt haben. Die Rechnung nach den Hansenschen Grundlagen führt die Centralitätszone zwar nach Kleinasien, aber letztere verbleibt viel zu westlich vom eigentlichen Bithynien, und Nicäa liegt ganz ausserhalb der Zone. Der Grund dieser Nichtübereinstimmung von Rechnung und Beobachtung liegt darin, dass die säcularen Aenderungen der Mondbahn im allgemeinen desto stärker hervortreten, je mehr wir uns von der Gegenwart entfernen, und dass also beispielsweise ein kleiner Fehler in der säcularen Beschleunigung der Mondbewegung in dieser Zeit sein Vorhandensein in unangenehmer Weise verrathen wird. Da dieser Fehler auf die Tafelgrössen und von diesen auf die „Elemente“ der Finsterniss wirken muss, letztere aber wieder auf die Lage der Centralitätszone Einfluss haben, so können wir unter Umständen diese Zone an Orten finden, wo die wirkliche nicht gelegen hat. Derartige Abirrungen der Hansenschen Tafeln sind selbst bei Finsternissen des Mittelalters zu finden und auch noch in dieser Epoche bei feineren Untersuchungen Irrungen schwer vermeidlich.

Aus den bisherigen Auseinandersetzungen eröffnet sich uns nun eine wichtige Ansicht der Sache. Indem wir nämlich bisweilen finden, dass bei den Rechnungen über ältere Finsternisse Differenzen in den Lagen der berechneten und jenen von der Natur beschriebenen Centralitätszonen auftreten, können wir diese Wahrnehmung zum Nutzen umkehren, dadurch, dass wir von diesen Differenzen zur Erkenntniss der richtigen säcularen Beschleunigung Gebrauch machen. Wissen wir in einem vorgelegten Falle mit hinreichender Sicherheit, die Finsterniss

wurde an einem Orte unter allen Zeichen der Totalität gesehen, und bleibt die berechnete Zone von diesem Orte entfernt, so werden wir an der theoretischen Mondbahn resp. an den sie bestimmenden Tafelgrössen solche Aenderungen vornehmen, dass die Zone, wenn wir sie dann abermals mit den geänderten Grössen bestimmen, nun über den Ort hinweggeht, an welchem die Verfinsterung total gesehen worden ist. Daraus ist nun die Wichtigkeit der historischen Sonnenfinsternisse für die Astronomie sofort klar. Treten uns nämlich derartige historische Nachrichten entgegen, welche den Beweis liefern, dass die an einem Orte auffällig gewesene Totalität mit der Rechnung nicht übereinkommt, so liefern diese Fälle wichtige Behelfe für die Verbesserung unserer Kenntniss der Mondbewegung. Die Richtung, welche die wissenschaftliche Arbeit bei der Behandlung des Gegenstandes zu nehmen hat, folgt aus dem Gesagten von selbst. Man hat zuerst ein historisch möglichst sicher begründetes Material beobachteter grosser Sonnenfinsternisse zu sammeln, die Centralitätszonen der letzteren zu berechnen und mit jenen zu vergleichen, die aus den historischen Angaben etwa folgen; Aufgabe der Rechnung ist es dann, die sich ergebenden Unterschiede derartig zu verwerthen, dass aus ihnen die wahrscheinlichsten, diesem empirischen Verfahren entsprechenden Correctionen der Mondtafeln gezogen werden können.

Solch historisches Material aber bietet uns die Geschichte des Mittelalters in Fülle. Die Aufzeichnungen der Klöster namentlich sind es, wo wir die Nachrichten zu suchen haben. Als im 5. Jahrhundert n. Chr. das Klosterwesen im christlichen Europa rasche Ausdehnung gewann, fand in den Klöstern der durch die Vorbilder classischer Geschichtsschreiber wiedererweckte Sinn für die Aufzeichnung historischer Thatsachen eifrige Pflege. Die Darstellung politischer Ereignisse innerhalb der bei manchen Klöstern nicht geringen Machtsphäre, die Wahrnehmung merkwürdiger und allgemein auffällig gewesener Naturerscheinungen, die Begebnisse des Alltagslebens und persönliche Erinnerungen bilden den Gegenstand der schreibenden Mönche. Die Klosterbücher erhielten sich durch Jahrhunderte an demselben Orte oder sie gelangten infolge Aufhebung oder Zerstörung ihrer Entstehungsorte in andere Klöster oder Bisthümer, in welchen die annalistischen Berichte fortgesetzt wurden oder dort durch Verbindung mit localen Nachrichten mannigfache Veränderungen und Compilationen erfuhren. Diese reichen Materialien für die mittelalterliche Geschichtsforschung, an deren kritischer Bearbeitung und Drucklegung gegenwärtig die meisten civilisirten Staaten Europas theil

haben, entspringen den fränkischen Klöstern von Dijon, Fleury, Flavigny, Bèze, Metz, Nevers, Sens, Angoulême u. s. w., den deutschen von Fulda, Trier, Erfurt, Regensburg, Pegau, Altzelle, Cöln, Corvey, Zweifalten u. s. f., den österreichischen von Prag, Melk, Königsaal, den englischen von Waverley, Osney, Dunstable, Bermondsey u. a., den belgischen von Lüttich, Fosse, Egmunde, Yburg, den italienischen von Monte Cassino, Fossa nuova, Salerno, einer Reihe von nordländischen auf Seeland, in Jütland, Schweden, Livland und Ostpreussen. Nicht minder werthvoll ist dem Historiker die Geschichte der Städte, von denen sich namentlich in Italien frühzeitige Anfänge vorfinden. Endlich sind auch nicht zu verschmähen die famosen Weltchroniken der mittelalterlichen Mönche, jene ersten Versuche über universale Darstellung der Geschichte, die, womöglich bis auf die Erschaffung der Welt zurückgehend und über die Schöpfungstage bisweilen mit nicht geringer Gelehrsamkeit sich verbreitend, in wunderlichem Zickzack Römer und Griechen absolviren und nach einigen kühnen Sprüngen durch das Mittelalter vom Olymp der Universalität zur Localgeschichte herabsteigen.

Von diesen umfangreichen geschichtlichen Materialien zur Ausbeutung über beobachtete Finsternisse haben die Astronomen bisher wunderlicher Weise (den Versuch von Celoria[2]) ausgenommen) keinen Gebrauch gemacht. Man hat das Fundament für die Rechnung meist in verschiedenen Ueberlieferungen lateinischer und griechischer Classiker über mehrere grosse Sonnenfinsternisse des Alterthums gesucht. Allein von diesen Beobachtungen sind, obwohl sie den Vortheil haben, uns in eine entlegene Epoche zurückzuführen, nur einige wenige für Zwecke der vorliegenden Art brauchbar; denn, wie aus den früheren Darlegungen hervorgeht, ist es gerade für diese Zwecke von Wichtigkeit, mit Sicherheit den Ort der beobachteten Totalität zu kennen; ein Umstand, der sich aus den classischen Nachrichten eines Livius, Tacitus, Dio Cassius, Julius Obsequens u. a. nur ausnahmsweise feststellen lässt und oft durch kaum mehr als blosse Vermuthungen ersetzt wird. Zudem ist die Beschaffenheit und die Zusammensetzung dieser antiken Geschichtsquellen, wie aus der Art ihrer Entstehung erklärlich, einer modernen historischen Kritik, in der Weise, wie sie von den Historikern an den Klosterannalen durchgeführt wird, nicht mehr zugänglich. Die hieraus hervorgehende überlegene Brauchbarkeit der mittelalterlichen Finsternissbeobachtungen

[2]) Sugli eclissi solari totali del 3. Giugno 1239 e del 6. Ottobre 1241. (Public. del reale osserv. di Brera. XI.)

gegenüber denen des Alterthums wird aber noch durch den Umstand gesteigert, dass bei den letzteren fast ausnahmslos über die beobachtete Finsterniss nur ein einziger Bericht irgend eines Autors beibringbar ist, während es bei den mittelalterlichen Finsternissen vielfach gelingt, für ein und dieselbe Finsterniss eine ganze Serie von Beobachtungen in den Annalen aufzufinden, die die Beobachtungserscheinungen an zahlreichen Orten übersehen lassen.

Bei meinen eigenen Untersuchungen über diesen Gegenstand[3]) bin ich deshalb den Finsternissen der Classiker ganz aus dem Wege gegangen und habe namentlich für die Grundlagen der Rechnung das Material nur aus mittelalterlichen Finsternissen zu bilden gesucht, indem ich hoffen durfte, es würden sich in den Annalen der Mönche und Städte so zahlreiche und brauchbare Aufzeichnungen über beobachtete Finsternisserscheinungen vorfinden, dass aus diesen gewissermassen eine Reconstruction des Totalitätsgebietes möglich werden könnte. Diese Voraussetzung hat sich namentlich bei solchen Sonnenfinsternissen bestätigt, deren Centralitätszonen die christlichen Abendländer unter günstigen Zeitumständen berührten und darum der allgemeinen Aufmerksamkeit kaum entgehen konnten. Bei den meisten dieser Sonnenfinsternisse fanden sich bei meiner Quellendurchmusterung über jede zwanzig bis dreissig Berichte vor, bei der grossen Sonnenfinsterniss vom 2. August 1133 sogar über achtzig Notirungen. In diesen Meldungen über die beobachteten Erscheinungen treten, was sie uns bisweilen besonders werthvoll macht, auch Augenzeugen oder doch verlässliche Berichterstatter hervor. Zu solchen Zeugen gehören beispielsweise die Bischöfe Idacius von Chiaves († 468) und Gregor von Tours († 594), eine Reihe gebildeter Mönche, wie Paulus Diaconus von Monte Cassino (787), der berühmte Einhard († 844), ein Freund Karls des Grossen, Nithard (841), der Abt von St. Riquier, Krieger und Schriftsteller zugleich, Glaber, Mönch zu Cluny (um 1000 n. Chr.), der Geschichtsschreiber Liudprand, Erzbischof von Cremona, der Weltchronist Sigebertus von Gembloux, mehrere byzantinische Hofbeamte und Schriftsteller, wie Leo Diaconus, Glykas, Zonaras u. A.

Um einige Anschauung über die Beschaffenheit der mittelalterlichen Finsternissberichte zu geben, hebe ich die Meldungen über mehrere der bedeutendsten Sonnenfinsternisse, welche für die Be-

---

[3]) Astronomische Untersuchungen über Finsternisse. 3 Abhandlungen. (Sitzber. der K. Acad. d. W. Wien. Bd. 85, März 1882; Bd. 88, Juli 1883; Bd. 89, März 1884.)

stimmung empirischer Verbesserungen der Mondtafeln benützt werden können, jetzt hervor. — Zum neunten Jahre Justinian II. melden byzantinische Annalen, dass in der dritten Tagesstunde eine Sonnenfinsterniss eintrat, bei welcher die Sterne am Firmamente sichtbar wurden. Diese Finsterniss fällt auf den 5. October 693 n. Chr. Alte englische Aufzeichnungen notiren nach der Einnahme von Somerton durch den König Aethelbald eine grosse Sonnenfinsterniss (14. August 733), der Mond bedeckte die Sonne „gleich einem schwarzen Schilde". Am 5. Mai 840 zog um die Mittagszeit der breite Schattenkegel einer totalen Sonnenfinsterniss über das centrale Frankreich, die Schweiz und das nördliche Italien; sie wird vielfach auf den Tod Ludwigs des Heiligen gedeutet, und das Andenken an sie findet sich namentlich in fränkischen Berichten erhalten; zu Lyon, Dijon, Como brach tiefe Dämmerung ein und nach Andreas von Bergamo richtete diese unter dem Volke grosse Verwirrung an. Nicht minder bedeutend war die Verfinsterung am 29. October 878, über deren Totalitätserscheinungen die Braunschweiger und belgischen Annalen, die Jahresbücher von Fulda, S. Amand, Dijon u. s. w. berichten. Die Sonnenfinsterniss vom 19. Juli 939 sah man hauptsächlich in Süditalien, zu Bari traten die Sterne hervor und die alten Klosterannalen von Monte Cassino berichten: „Wir sahen die Sonne ohne Kraft, ohne Glanz, ohne Wärme." Neunundzwanzig Jahre später rief in Unteritalien die Verfinsterung vom 22. Dezember 968 einen noch bedeutenderen Eindruck hervor. Mehrere bischöfliche Begleiter des Kaisers Otto, der in Calabrien eben den Feldzug gegen den Byzantiner Nicephorus begonnen hatte, berichten in ihren Aufzeichnungen, dass die in Mitte des hellen Tages einbrechende Finsterniss ein allseitiges Entsetzen im kaiserlichen Lager verursachte, viele glaubten den jüngsten Tag gekommen; die Dämmerung soll so bedeutend gewesen sein und so anhaltend, dass das Vieh seine Ställe aufsuchte, wie am Abend, und die Vögel ihre Nester. Der Bischof Liudprand, der als Brautwerber des Kaisers auf einer Reise nach Byzanz begriffen war, sah auf Corfu diese Verfinsterung mit allen Zeichen ihrer Totalität. Zu Byzanz war die Sonnenfinsterniss ebenfalls total; Leo Diaconus hat uns als Augenzeuge einen vortrefflichen Bericht hierüber hinterlassen, der besonders dadurch interessant ist, weil er mit Deutlichkeit zum ersten Mal die „Corona" erwähnt, einer Erscheinung, die erst nahe neunhundert Jahre später von der forschenden Menschheit ihrer Wichtigkeit nach gewürdigt worden ist. Der Bericht lautet: „Nach diesen Ereignissen in Syrien war um die winterliche Sonnenwende eine so grosse Sonnenfinsterniss, wie sie sich vorher nie ereignet hat, ausser

bei jener, welche am Leidenstage unsers Herrn eintrat durch die Thorheit der Juden, mit welcher die Verblendeten den Schöpfer ans Kreuz nagelten. Die Finsterniss aber war von solcher Beschaffenheit. Man führte den 22. Tag des Monats Dezember, als um die vierte Tagesstunde bei heiterem Himmel sich Finsterniss verbreitete und die Sterne sich deutlich zeigten. Ein Jeder konnte die Sonne ohne Schein sehen, ihres Lichtes beraubt und einen Kreis von feinem Glanz, wie ein schmales Band, an den äussersten Theilen über den Rand des Kreises ringsum leuchtend. Nach und nach aber liess die Sonne auf den Mond ihre früheren Strahlen fallen und erfüllte die Erde von neuem mit Licht. Und die durch solch neues und ungewohntes Schauspiel verwirrten Menschen suchten die Gottheit mit Bitten zu besänftigen.“ Auffallende Beleuchtungserscheinungen berichten die fränkischen Annalen gelegentlich der ringförmigen Finsterniss vom 29. Juni 1033. Zu Fleury und Dijon erschien der Himmel bleifarbig, um die Sonne schillerte ein Kreisring vom Grünen ins Gelbe, während sich ein safrangelbes Licht über alle Gegenstände ergoss und diese ungewohnt erhellte. Ein Jahrhundert später, am 2. August 1133, hatte Deutschland die bedeutendste Sonnenfinsterniss während des Mittelalters. Eine breite Zone, von den Küsten der Niederlande bis in die Ebene Ungarns ziehend, hüllte die Ortschaften in Dämmerung; zu Aachen, Cöln, Disibodenberg, Fulda, Reichersberg, Würzburg, Heilbronn, Freising, an mehreren Orten Niederösterreichs und Steiermarks traten die Sterne hervor. Von den überaus zahlreichen Zeugen dieser Finsterniss seien hier nur die Heilbronner Klosterannalen citirt: „Die Sonne erschien in einem Augenblicke pechschwarz, der Tag kehrte sich um in Nacht, viele Sterne wurden sichtbar, die Dinge auf der Erde erschienen wie in der Nacht, und das Wasser der Flüsse hielt inne in seinem Laufe.“ — Gelegentlich der ringförmigen Sonnenfinsterniss vom 26. October 1147 vergleicht der Chronist von Gembloux das Aussehen des verfinsterten Sonnenkörpers mit „der göttlichen Majestät, wie sie von den Malern in den Büchern abgebildet wird“, im Braunschweigischen wurde die Sonne so klein „als eyn seckelin“. Zu weiteren sehr bedeutenden Finsternissen gehören jene vom 3. Juni 1239, die namentlich in Oberitalien grosses Aufsehen hervorrief, und jene vom 6. October 1241, über die zahlreiche Berichte aus Deutschland sich erhalten haben. Zu Byzanz waren die Finsternisse vom 25. Mai 1267 und 16. Juli 1330 sehr bedeutend, die letztere sah man auch in Böhmen und Preussen. Von ihr gibt Jaroschins „Kronike von Pruzinlant“ Kunde mit den Worten:

„darnâch dî sunne leit gebrist
in dem heûmande sô man list
an des tagis sechzênder stunt
wart irre gebreche kunt.“

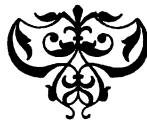
Die totale Sonnenfinsterniss vom 1. Januar 1386 brachte in mehreren italienischen Städten eine solche Dunkelheit hervor, dass man in der dritten Tagesstunde in den Kirchen und Palästen die Lichter anzünden musste. Sie ging der Ermordung des Karl von Durazzo voraus, der an diesem Tage zum König von Ungarn gekrönt ward, und dessen Umgebung in der Sonnenfinsterniss den Vorboten seines baldigen Endes erblickte. Dunkelheit brachte auch die totale Finsterniss vom 16. Juni 1406, so dass im Braunschweigischen „de lude eyn den ander nicht bekennen konden.“ Bei der am 7. Juni 1415 namentlich für Baiern, Mähren und Böhmen denkwürdigen totalen Sonnenfinsterniss strahlte hinter der Mondscheibe das Licht „gleich einem Kreuze“, in Prag war die Dunkelheit so gross, dass man die Messen nicht ohne Licht zu lesen vermochte, und Magister Brezina sieht in dieser Finsterniss ein drohendes göttliches Zeichen, das Gott dem Concile erscheinen lasse, welches nach dem Tode des Johannes Huss dürste.

Die wenigen hervorgehobenen Beispiele sind hinreichend, den Werth der mittelalterlichen Finsternissberichte für die Bestimmung der Verbesserung der Mondtafeln zu zeigen. Das aus den Annalen gezogene Material wird nun sofort brauchbar, sobald es der schon früher angedeuteten historischen Kritik über die Selbständigkeit der Quellen unterworfen worden ist. Diese Kritik wird nämlich zeigen, inwieweit man in den gesammelten Nachrichten selbständige Aufzeichnungen oder blos überkommene Notizen zu sehen hat. Die auf diese Weise, den Beobachtungsorten nach möglichst sicher gestellten Ueberlieferungen lassen sich sogleich mit der Rechnung vergleichen, sobald man über das Fundament der letzteren schlüssig geworden ist. Ich hatte bei den 22 Finsternissen, die als Grundlage der Untersuchung dienten und die auf etwa 400 Quellenberichte gestützt wurden, die Oppolzerschen „Syzygientafeln“ als Basis der Rechnung genommen; selbstverständlich mussten also Mondbahncorrectionen resultiren, die nur auf eben diese Tafeln Beziehung haben. Die Bestimmung des Unterschiedes zwischen Rechnung und Beobachtung bei jeder Finsterniss will ich sogleich an zwei Beispielen klar machen, indem ich den Leser bitte, der Karte auf Seite 136 zu folgen. — Die Berechnung der Centralitätszone der früher erwähnten merkwürdigen Sonnenfinsterniss vom 22. Dezember 968 mittelst der Oppolzerschen Tafeln ergiebt die in der Karte durch lichte

Schraffirung ersichtlich gemachte Lage dieser Zone. Wie aber schon erzählt worden ist, haben wir Augenzeugen, welche die Totalitätsphänomene beträchtlich südlicher von dieser Zone, nämlich zu Byzanz, Corfu und in Calabrien bemerkten. Dies beweist (mehrere andere italienische Annalen sprechen ebenfalls dafür), dass die Zone etwa um 1 Grad 20 Minuten südlicher zu legen, also in die auf der Karte angezeigte Lage zu bringen ist. Ein anderes Beispiel bietet die ebenfalls schon erwähnte berühmte Finsterniss vom 2. August 1133, deren berechnete Totalitätsgrenzen in der Karte ersichtlich sind. Hier deuten mehrfache Beobachtungen darauf hin, dass diese Finsternisszone nach der Rechnung zu östlich liegt. Neun englische Annalen zeigen die grosse Auffälligkeit der Finsterniss in Südengland; auf der Insel Man wurde Totalität beobachtet; zu Gembloux, Floreffe, Lüttich und Fosse in Belgien, zu Disibodenberg, Aachen, Hirschau und zum Theil im Elsass wurden ebenfalls die Totalitätserscheinungen wahrgenommen, während man bemerken wird, dass diese Orte alle ausser der berechneten Zone liegen, woraus zu schliessen sein wird, dass die letztere um eine Verschiebung von 55 Minuten nach Westen corrigirt werden muss.

Auf diese Weise ergiebt sich also bei jeder Sonnenfinsterniss durch Vergleichung der berechneten Centralitätszonen mit den historischen Berichten eine eventuelle Uebereinstimmung oder nothwendig werdende Verschiebung, und Aufgabe der weiteren Rechnung ist es nun, aus den gefundenen Verschiebungen die geforderten Verbesserungen der Mondtafeln derart abzuleiten, dass bei einer Neuberechnung der Centralitätszonen nach Zuziehung der gefundenen Verbesserungen alle diese Zonen sich nunmehr den Berichten möglichst gut anschliessen. Die Entwicklung dieser Rechnungsvorschriften entzieht sich, wegen ihrer rein mathematischen Natur, einer populären Darstellung. Nach den Eingangs des vorliegenden Artikels gegebenen Erläuterungen wird aber klar sein, dass man hauptsächlich die Frage zu beantworten hat, inwiefern Aenderungen in der Lage der berechneten Centralitätszonen auch Aenderungen in den Werthen der zu Grunde liegenden Finsternisselemente bedingen und wie letztere wiederum auf die die Bahn des Mondes darlegenden Bestimmungsstücke wirken.

(Schluss folgt.)





Ueber die beobachteten Erscheinungen auf der Oberfläche des Planeten Mars.

Von

Prof. J. V. Schiaparelli,

Direktor der königl. Sternwarte zu Mailand.*)

(Schluss.)

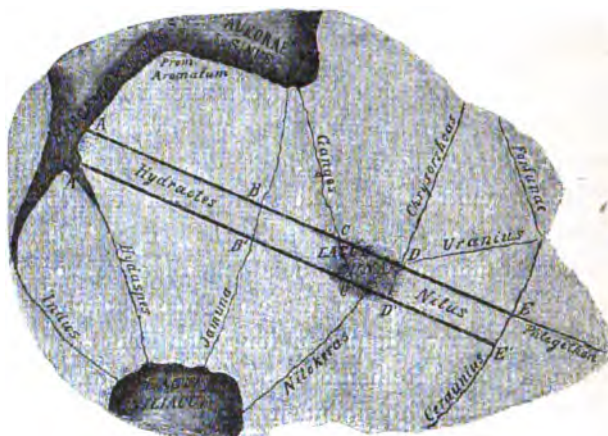
VI.

So verschiedenartig, wie wir in unseren vorangegangenen Betrachtungen gesehen haben, stellt sich uns das Aussehen der Kanäle des Mars und der ihnen verwandten Gebilde dar. Ein jeder derselben zeigt seine Metamorphosen und besitzt seine besondere Geschichte; und diese Geschichte ist ohne Zweifel mit der der benachbarten Kanäle verbunden, obgleich dieser Zusammenhang nicht immer deutlich erkennbar ist. Die zahlreichen Fragen, welche uns hier aufgegeben werden, können in befriedigender Weise nur durch das unermüdliche Studium einer unendlichen Menge von Einzelheiten aufgeklärt werden. Es wird zu diesem Ende zunächst nöthig sein, die Reihenfolge der Verwandelungen für jeden Kanal festzustellen und zu untersuchen, ob diese Reihenfolge beständig ist und sich nach einer mehr oder weniger gleichbleibenden Periode regelt. Dann müsste man den Zusammenhang zwischen den Erscheinungen studiren, welche sich gleichzeitig in den Kanälen derselben Gegend ereignen. Endlich müsste man es versuchen, den Einfluss lokaler Bedingungen zu erkennen und dieselben von jenen Einflüssen allgemeineren Charakters zu trennen, welche von der Stellung der Sonne zu den Solstitien und den Nachtgleichen des Planeten abhängen.

Die minutiösen und zahlreichen Details, welche solchen Untersuchungen zur Grundlage dienen müssten, können in diesem kurzen überblickenden Aufsatze keinen Platz finden. Dennoch will ich, um dem Leser eine Idee von der Art und Weise zu geben, in welcher

*) Aus dem Originaltexte übersetzt durch die Redaktion und revidirt vom Verfasser.

sich die Erscheinungen der Marskanäle in ihrer Reihenfolge entwickeln, ein einziges Beispiel unter fünfzig auswählen. Es handelt sich hier um den Hydraotes genannten Kanal und seine Verlängerung, den Nilus. Aus Gründen, welche ich zu Anfang dieser Arbeit auseinandergesetzt habe, kann man keine vollständige Geschichte der beobachteten Veränderungen geben; sie bleibt immer eine Reihenfolge von Fragmenten, die sechs verschiedenen Umläufen des Planeten angehören. Um den Zusammenhang der Thatsachen mit den Jahreszeiten auf dem Mars klarzulegen, habe ich neben den Beobachtungen die Zeiten der Solstitien und Nachtgleichen angegeben, indem ich mit Frühlingsnachtgleiche den Augenblick bezeichne, in welchem die Sonne von der südlichen auf die nördliche Seite der Aequator-Ebene des Planeten übergeht. Grösserer Deutlichkeit wegen werde ich die verschiedenen Abtheilungen des Hydraotes-Nilus mit Buchstaben bezeichnen, wie man auf der folgenden schematischen Skizze sieht.



Dieser Kanal mündet auf der einen Seite in den Ceraunius, der bald das Aussehen eines breiten nebligen Streifens besitzt, bald eine unvollkommene Verdoppelung bildet, welche sich im Norden rüsselartig ausbreitet; auf der andern Seite erreicht sein Ende die Ufer des schönen Meerbusens, genannt Margaritifer-Sinus. Die drei Kanäle Jamuna, Ganges, Chrysorrhoas, theilen ihn in vier Abschnitte, AB, BC, CD, DE. Es scheint, dass der Kanal sich noch weiter nach rechts hin über den Ceraunius hinaus durch den Phlegethon verlängert; aber wir beschränken unsere Untersuchung auf den Theil AE. Gegen die Umgebungen der Abtheilung CD hin convergiren in excentrischer und unvollkommener Weise vier andere Kanäle, der

Ganges, Chrysorrhoas, Nilokeras und Uranius. Hier befindet sich also einer jener Knotenpunkte, von denen wir schon weiter oben gesprochen haben und dem der Lacus Lunae, ein schattenhafter Fleck von wechselnder Grösse und Leuchtkraft, seine Entstehung verdankt. Hier folgt nun ein Auszug aus meinen Beobachtungen über den Hydraotes-Nilus und seine Beziehungen zu den Kanälen, welche ihn durchsetzen oder mit ihrem Endpunkte berühren.

Opposition von 1877.

Sept. 27. Südliches Solstiz.

Sept. 28. Okt. 4. Alle Kanäle sind unsichtbar, mit Ausnahme des Ganges: dieser ist ein grauer, schlecht begrenzter Streifen, doch gut sichtbar vom Aurorae-Sinus bis zum 10. nörd. Parallelkreise.

Nov. 4. Erste Beobachtung des Chrysorrhoas: breit und nebelhaft. Bildet einen schlecht begrenzten aber ziemlich kräftigen Fleck, wo er mit dem Ganges zusammentrifft: dies ist die erste Andeutung des Lacus Lunae. Hydaspes, Jamuna, Hydraotes, Nilus immer noch unsichtbar.

Febr. 21. Erste Beobachtung des Nilokeras und des Nilus in Form eines breiten dunklen Streifens, in der Nähe des unteren Randes der Marsscheibe. Schwierige Beobachtung, der scheinbare Durchmesser des Planeten ist auf 5″,7 vermindert.

Febr. 24.—25. Erste Beobachtung des Indus. Ganges noch in seiner ganzen Ausdehnung sichtbar; er bildet bei seinem Zusammentreffen mit Nilokeras und Nilus einen kräftigen dreieckigen Fleck, den Lacus Lunae.

März 6. Frühlingsnachtgleiche.

Opposition von 1879—80.

Aug. 14. Südliches Solstiz.

Okt. 13.—14.—18. Ganges breit. Chrysorrhoas und Nilus sehr deutlich. Lacus Lunae: formloser, sehr dunkler Fleck.

Okt. 21. Erste Beobachtung des Hydaspes.

Nov. 27.—28. Erste Beobachtung der Jamuna. Nilokeras sehr deutlich. Nilus gut sichtbar.

Dec. 21. Lacus Lunae sehr gross und sehr schwarz.

Dec. 22. Erste Beobachtung der Fortuna; ist jedoch sehr schwierig.

Dec. 23. Der Lacus Lunae hat die Form eines Trapezes CC′ DD′ angenommen, das aus vier schwarzen Streifen gebildet wird. Die Streifen CD C′D′ sind viel breiter als die andern, aber CD noch

mehr als C'D'. Die leuchtende Insel in der Mitte ist deutlich begrenzt und von der gewöhnlichen gelben Farbe. Nilus breitet sich in der Richtung D'E' als grauer, schlecht begrenzter Streifen aus. Ceraunius hat dasselbe Ansehen. An der Stelle ihres Zusammentreffens E grosser, dunkler, nebliger Fleck.

Dec. 26. Nilus unzweifelhaft doppelt, die beiden Striche völlig gleich, ziemlich gut begrenzt und folgen der Richtung DED'E' der beiden parallelen Seiten des Trapezes, welches den Lacus Lunae bildet; aber sie sind nicht so breit und dunkel wie diese beiden Seiten.

Jan. 1. Nilokeras schwarz und gut sichtbar.

Jan. 22. Frühlingsnachtgleiche.

Opposition von 1881—82.

Dec. 9. Frühlingsnachtgleiche. Ganges und Lacus Lunae gut markirt. Nilus C'D' schlecht sichtbar; CD nicht mehr vorhanden.

Dec. 14. Hydaspes, Jamuna, Ganges; Nilokeras schlecht sichtbar, breit und verwaschen, scheint nicht doppelt zu sein.

Jan. 10. Nilus und Lacus Lunae durch einen leichten Schatten angedeutet; erste Beobachtung des Uranius.

Jan. 11.—12. Nilus sicher doppelt. Die beiden Linien erscheinen etwas neblig. Nilokeras unvollkommen verdoppelt.

Jan. 13.—20. Verdoppelung des Ganges.

Jan. 13. Erste Beobachtung des Hydraotes AB, unter dem Aussehen eines nebligen und sehr dünnen Fadens.

Jan. 19. Der Lacus Lunae hat seine trapezoidische Gestalt, mit seiner leuchtenden Insel in der Mitte, wieder angenommen. Nilus bildet zwei leicht erkennbare Linien DE D'E', welche sich recht gut von einem weisslichen Grunde abheben. Die Disposition scheint mit der des vergangenen Jahres gleich: Hydraotes AB gut sichtbar. Jamuna doppelt.

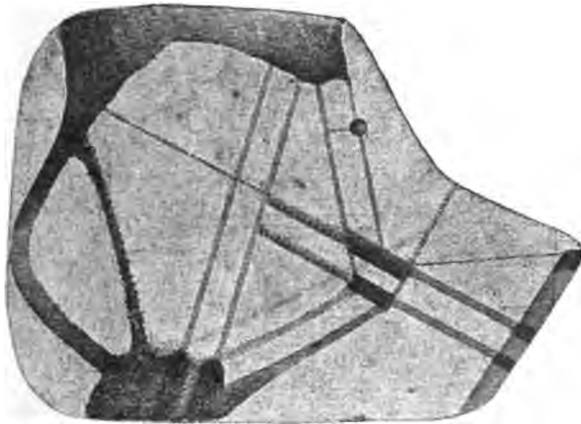
Febr. 18. Nilus noch doppelt; die obere Linie scheint sich durch den Phlegethon fortzusetzen.

Febr. 22. Hydraotes durch die Jamuna in zwei Theile AB BC getheilt, von denen BC breiter und sichtbarer ist als AB.

Febr. 23.—24. Hydraotes verdoppelt in seiner Abtheilung BC B'C', aber immer noch einfach in der Abtheilung AB. Die beiden Linien von BC liegen auf der Verlängerung der beiden Seiten CD C'D' des durch den Lacus Lunae gebildeten Trapezes, sind aber etwas schwächer. Die einfache Linie AB liegt auf der Vor-

längerung von BC, ist aber schwächer als letztere Linie. Jamuna und Ganges bleiben doppelt.

Juni 26. Nördliches Solstiz.



Opposition von 1883—84.

Okt. 26. Frühlingsnachtgleiche.

Dec. 31. Jamuna, Ganges, Nilokeras sehr gut sichtbar; dagegen nichts vom Hydraotes; Lacus Lunae verworrener Fleck; Nilus sehr undeutlich, möglicherweise doppelt.

Jan. 2. Ich glaube den ganzen Hydraotes AC undeutlich zu erkennen, ohne sagen zu können, ob er einfach oder doppelt ist; die Abtheilung BC ist bestimmter ausgedrückt. Ganges schön. Chrysorrhoas schwach; Jamuna breit, möglicherweise doppelt.

Jan. 29—30. Uranius doppelt. Nilus einfach. Man sieht nur D′E′. Der Lacus Lunae bildet einen verworrenen Schatten, in welchem man zwei schwärzere, in der Richtung des Uranius verlängerte Flecke wahrnimmt, die zugleich die Verlängerung seiner beiden Streifen bilden. Nilokeras dunkel aber einfach, Ganges und Chrysorrhoas schwach, Jamuna besser sichtbar.

Febr. 3.—4. Hydraotes wie am 2. Januar.

Febr. 5. Uranius verschwunden, aber der Lacus Lunae ist noch in zwei Streifen getrennt, welche der Richtung des ersteren folgen. Nilus doppelt aber sehr schwach. Hydraotes verdoppelt im Theile BC B′C′, einfach bei AB.

März 9. Lacus Lunae immer noch doppelt in der Richtung des Uranius; dieser letztere ist einfach, man sieht davon nur die obere Linie; Nilus doppelt. Vom Hydraotes sieht man nur die

Linie AC. Chrysorrhoas sehr breit, höchstwahrscheinlich doppelt, ebenfalls Jamuna; Ganges ziemlich schwach.

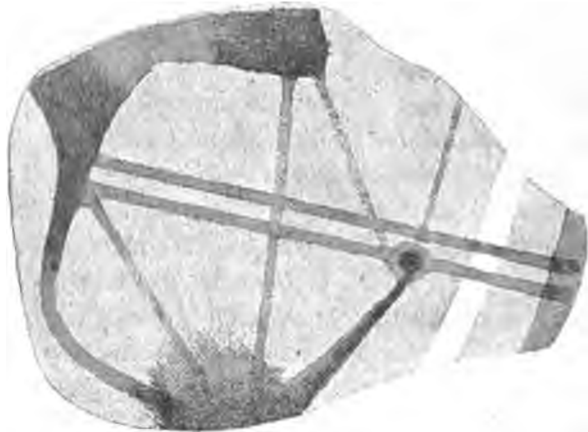
April 5. Trotz des sehr verkleinerten Durchmessers des Planeten scheint der Nilus noch doppelt.

Mai 13. Nördliches Solstiz.

Opposition von 1886.

März 26. Erste unvollkommene Beobachtung des Nilus und des Lacus Lunae.

März 27. Hydraotes und Nilus deutlich doppelt, bilden eine einzige riesenhafte Verdoppelung, welche sich auf den ersten Blick vom Margaritifer Sinus bis zum Ceraunius verfolgen lässt, wie es die hierunter wiedergegebene Zeichnung darstellt. Die beiden Streifen sind sehr breit (vielleicht 4⁰), von röthlicher Farbe, dunkler als der umgebende gelbe Grund. Ihr Zwischenraum (zwischen den Mittellinien der beiden Streifen) beträgt 9⁰ oder 10⁰



Nilokeras schwarz und sehr stark, endigt in einem dicken schwarzen Punkte bei C′. Die andern Kanäle Hydaspes, Jamuna, Ganges, Chrysorrhoas, Fortuna sind sichtbar, aber keiner derselben scheint doppelt zu sein.

März 31. Nördliches Solstiz.

April 2. Die beiden Linien des Hydraotes noch sichtbar, obgleich sehr blass; sie sind ein wenig dunkler in der Abtheilung BC B′C′. Jamuna scheint einfach.

Mai 7. Der Streifen Nilus-Hydraotes scheint noch doppelt zu sein, wenigstens ist er sehr breit, obgleich undeutlich: schlechte Luft.

Mai 8—9. Die Abtheilung BCB′C′ des Hydraotes ist sicher dop-

pelt; sie ist leichter zu erkennen, als die andere Abtheilung AB, über welche ich mich nicht auszusprechen wage.

Opposition von 1888.

Febr. 16. Nördliches Solstiz.

Mai 20. Den Nilus zum ersten Male gesehen. Verdoppelung völlig klar, von matt-röthlicher Farbe. Lacus Lunae ziemlich dunkelrother formloser Fleck. Jamuna, Ganges, Chrysorrhoas leidlich sichtbar.

Mai 23. Ich glaube die Abtheilung BC des Hydraotes wiederzuerkennen; sie scheint ziemlich dunkel, vielleicht doppelt; aber die Luft ist schlecht.

Mai 24. Hydraotes ganz sichtbar. Die Abtheilung BC ist dunkler. Ich kann nicht sagen, ob sie einfach oder doppelt ist. Aber der Nilus ist sicher doppelt.

Juni 27. Nilus immer noch doppelt. Die beiden Linien erscheinen gegen ihre Mitte hin etwas schwächer.

Juli 2. Die Abtheilung BC des Hydraotes recht dunkel und sichtbar; die andere Abtheilung AB ist zweifelhaft. Schlechte Luft.

Aug. 15. Herbstnachtgleiche.

Diese am Nilus-Hydraotes von 1877—1888 beobachteten Veränderungen zeigen eine gewisse regelmässige Reihenfolge, und es ist desshalb wohl möglich, dass sie seine periodische Geschichte geben, welche bei jedem Umlauf zwischen dem südlichen Solstiz und der Herbstnachtgleiche wiederkehrt. Um den Cyclus (wenn ein solcher wirklich existirt) vollständig zu machen, müsste man noch die Beobachtungen von 1890 hinzufügen; aber es ist wenig Hoffnung vorhanden, dass diese Opposition uns sichere Resultate über so schwierige Gegenstände liefern wird: während der Opposition von 1890 wird Mars eine südliche Declination von 24° einnehmen und deshalb werden wohl solche feine Details für die Beobachter der nördlichen gemässigten Zone fast unerreichbar sein.

VII.

Ich will die Geduld des Lesers nicht länger mit der Anhäufung anderer minutiöser und ermüdender Details in Anspruch nehmen. Doch muss ich, bevor ich diesen Aufsatz beschliesse, diese Darstellung der Veränderungen auf dem Planeten Mars durch die Mittheilung der Resultate neuerer Beobachtungen vervollständigen, welche ich über jene Polar-Calotten gemacht habe, die man mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit für etwas unserm irdischen Polareise Vergleich-

bares hält. Nach den letzten Bestimmungen steht die Pol-Axe des Mars ungefähr senkrecht auf den Ebenen der beiden Satellitenbahnen; die Neigung der ersteren gegen die Ebene der Marsbahn beträgt 65°8′; es folgt daraus, dass die Schiefe der Ecliptik für einen Beobachter auf diesem Planeten gleich 24°52′ sein wird. Infolge dieser Schiefe wird die Vertheilung der Jahreszeiten auf dem Mars der der Jahreszeiten auf der Erde ziemlich ähnlich und man hat schon seit langer Zeit bemerkt, dass durch den Einfluss dieser Jahreszeiten die Polarflecke des Mars periodische Veränderungen erleiden, deren Schwankungen denjenigen ungefähr ähnlich sind, welche man an dem irdischen Polareise während der analogen Jahreszeiten bestätigt findet. Seit 1877 habe ich diesen Flecken besondere Aufmerksamkeit zugewendet und mich überzeugt, dass diese fraglichen, periodischen Veränderungen wirklich auftreten. Es kommen dabei indess gewisse Eigenthümlichkeiten vor, welche sich als Abweichungen von dem, was wir auf der Erde sehen, darstellen. Wir dürfen sie nicht vernachlässigen. Betrachten wir zuerst den südlichen Polarflecken. Diesen habe ich nur in zwei Oppositionen beobachten können, und zwar nur während der Periode seiner Abnahme. Hier folgt eine Zusammenstellung der 1877 und 1879 beobachteten Durchmesser.

Datum	Tage { vor — / nach + } dem südlichen Solstiz	Scheinbarer Durchmesser des südlichen Polarflecks
1877. 23. August	— 35	29°
— 22. September	— 5	15
— 4. November	+ 38	7
1879. 21. Oktober	+ 59	8
— 28. November	+ 106	5
— 27. December	+ 135	11

Nach Anfang Januar 1880 begann der Polarfleck sich auf der verdunkelten Halbkugel des Planeten zu verlieren und während der folgenden Oppositionen blieb er fortwährend unsichtbar, da er sich auf der uns abgewandten Seite des Planeten befand. Man hat wohl oftmals am obern Rande der Planetenscheibe weisse oder weissliche Flecke gesehen, doch waren dieses bekannte Inseln, welche nur vorübergehend mit dieser Farbe überzogen waren, wie es bereits in dem ersten Theil dieser Schrift erwähnt wurde.

Die Abnahme des südlichen Flecks fand in ziemlich regelmässiger Weise statt. Aber die Form desselben war in der Periode

ines Kleinerwerdens nicht rund; während der zweiten Hälfte des ktober 1877 war er vielmehr im grossen und ganzen dreieckig: es eignete sich sogar, dass zu einer gewissen Zeit ein kleines Stück on der Hauptmasse abgetrennt erschien (Beobachtung des Mr. Green). s ist noch wichtig hinzuzufügen, dass dieser Fleck sich nicht genau ber dem Südpole befand. Während der Oppositionen von 1830, 1862, 77 und 1879 befand sich die Mitte des Fleckes ungefähr constant f einem Punkte, dessen Länge etwa 20⁰ und dessen südliche Breite wa 84⁰ beträgt.

Es wäre sehr interessant gewesen, den Zeitpunkt der geringsten usdehnung dieser südlichen Calotte festzulegen. In meinen früheren eröffentlichungen glaubte ich dieses Minimum auf ungefähr vier Mote nach der südlichen Sonnenwende (Solstiz) zu fixiren, aber die rundlagen dieses Schlusses scheinen mir jetzt nicht ganz sicher. In der hat glaube ich durch annehmbare Betrachtungen bezeugen zu können, ss dieser Fleck während der Tage vom 17.—22. Januar 1882 (also 0 Tage nach der südlichen Sonnenwende) keinen 10⁰ übersteigenden urchmesser haben konnte, wenn er diesen überhaupt erreichte.[16]) Es also möglich, dass das Minimum mehr als vier Monate nach der dlichen Sonnenwende stattfindet, und es ist jedenfalls sicher, dass 1879 sich um mindestens vier Monate verspätete.

Wir wollen nun den nördlichen Fleck näher betrachten. Sein einerwerden fand wie beim südlichen ziemlich regelmässig und adweise statt. Es wäre ganz natürlich gewesen, eine ähnliche langme Regelmässigkeit während der zunehmenden Phase vorauszusetzen, elche man beobachten konnte. Das hat sich keineswegs bewahritet. Der nördliche Fleck, welcher noch Anfang Januar 1882 sehr ein war, hatte schon am Ende dieses selben Monats seinen maximalen urchmesser von etwa 45⁰ erreicht, um gleich darauf einer gradweisen onahme zu unterliegen. Diese wichtige Thatsache verdient einige taillirte Auseinandersetzungen.

Während der Oppositionen von 1877 und 1879 blieb der Nordl auf der uns unsichtbaren Halbkugel des Mars beständig verrgen. Es war deshalb im Jahre 1877 keine Beobachtung anzustellen, elche sich auf den nördlichen Polarfleck bezieht. Dagegen bemerkte an während der ganzen Dauer der Beobachtungen von 1879 oft nahe m unteren Rande der Planetenscheibe einen, manchmal auch zwei, eissliche Flecke, die man vielleicht als Abzweigungen der fraglichen

[16]) Siehe meine weiter oben citirten Denkschriften §§ 426 und 533.

Polar-Calotte ansehen konnte. Diese weisslichen Flecke waren bis zu 30°—40° Entfernung vom Nordpol ausgebreitet. Die wirkliche Zahl derselben war fünf; infolge der Rotation des Planeten wurde bald der eine, bald der andere sichtbar, bisweilen auch zwei zu gleicher Zeit. Aber sie waren weder so deutlich hervortretend, noch so scharf begrenzt, oder nach Lage und Umrissen so constant, als es die Polarflecke gewöhnlich zu sein pflegen. Ihre südlichen Endpunkte waren im Kreise zwischen 30° und 40° Poldistanz geordnet; ihre Verbindung untereinander in den höheren Breiten oder mit einem centralen Polarflecke, oder selbst die Existenz dieses centralen Polarflecks, konnten wegen der ungünstigen Lage der Planetenaxe nicht Gegenstand der Beobachtung werden. Das hier Gesagte bezieht sich auf die Zeit vom Oktober 1879 bis Februar 1880, also vier Monate vor und einen Monat nach der Frühlingsnachtgleiche auf Mars.

Während der folgenden Oppositionen von 1881—82 befand sich der Nordpol immer fast genau auf der Grenze der sichtbaren Halbkugel; wenn die nördliche Polar-Calotte damals nur 10°—15° Durchmesser gehabt hätte, so würde sie zweifellos an der Stelle, welche ihr die Rechnung vorschrieb, sichtbar geworden sein. Thatsächlich konnte zwischen dem 26. Oktober 1881 und dem 25. Januar 1882 kein permanenter Polarfleck in der Umgebung des Poles beobachtet werden. Es folgt daraus, dass während dieses Zeitraumes die nördliche Calotte (wenn sie überhaupt existirte) im Durchmesser keinesfalls 10°—15° überschreiten konnte. Wohl haben sich fast täglich im nördlicheren Theile des Planetenrandes gewisse weissliche Erscheinungen gezeigt. Aber auch dieses Mal war es wie im Jahre 1879 leicht zu erkennen, dass diese Erscheinungen nicht durch einen festen Polarfleck hervorgebracht werden konnten. Sie waren nicht nur gewöhnlich blass, schlecht begrenzt, veränderlich an Leuchtkraft und Grösse, sondern es liess sich ebenso wie im Jahre 1879 durch den merklichen Wechsel ihrer infolge der Rotation des Planeten hervorgebrachten Lage, auf eine ziemlich grosse Entfernung derselben vom Pole schliessen, und diese letztere sich sogar annäherungsweise bestimmen. Die unregelmässige Folge ihres Auftretens und das gleichzeitige Sichtbarwerden zweier ähnlicher Flecke in geringer gegenseitiger Entfernung bewies mit der grössten Bestimmtheit, dass es sich hier nicht um ein einzelnes Objekt handelte, sondern um mehrere weissliche Abzweigungen, denen vergleichbar, welche man 1879 gesehen hatte. Eine sorgfältige Untersuchung hat selbst erkennen lassen, dass die verschiedenen Zweige ungefähr dieselben Längenpositionen be-

ssen, wie die Flecke von 1879, doch war 1881—82 die Poldistanz elleicht ein wenig kleiner.

Gegen Anfang Januar 1882 begann man, in diesem ganzen System eisser Flecken, die Anzeichen einer fortschreitenden Concentration nach em Pol zu erkennen. Die sich verkürzenden und dabei an Insität zunehmenden Zweige vereinigten sich schliesslich mit einder und bildeten eine einzige zusammenhängende, zum Pol contrische Calotte. Am 26. Januar, nachdem das Wetter einige Tage hlecht gewesen war, erschien zum ersten Male der eigentliche Polarck, so wie man ihn bis zum Ende dieser Opposition stets wiederehen hat. Er bestand aus einer einzigen glänzenden, unger runden Masse von etwa 45° Durchmesser mit scharfen regelssigen Umrissen. Diese schnelle Zusammenfügung des Fleckes d also einen Monat nach der Frühlingsnachtgleiche oder etwas später, d fünf Monate vor der nördlichen Sonnenwende statt. Man muss stehen, dass hier der Vergleich mit dem irdischen Polareise nur in r unvollkommener Weise unterstützt wird. Die allmähliche Abıme nach dieser Epoche ist in der folgenden Tabelle gleichzeitig den scheinbaren Durchmessern dargestellt. Jeder Durchmesser das Mittel aus den Beobachtungen mehrerer Tage.

	Datum	Tage { vor − / nach + } dem nördlichen Solstiz	Scheinbarer Durchmesser des nördlichen Polarflecks
882.	30. Januar	— 146	42°
—	10. Februar	— 135	37
—	12. März	— 106	33
—	10. April	— 77	26
83.	26. December	— 138	38
84.	20. Januar	— 114	36
—	15. Februar	— 88	31
—	23. März	— 51	23
—	2. Mai	— 11	15
86.	18. Januar	— 62	25
—	26. Februar	— 33	10
—	14. März	— 17	6
—	28. März	— 3	6
—	21. Mai	+ 51	5
—	1. Juni	+ 62	9
888.	7. Mai	+ 81	12
—	2. Juni	+ 107	11
—	Juli	—	schwer sichtbar

Im Juli 1888 nahm die Helligkeit des Flecks wegen der sehr schrägen Sonnenbeleuchtung schnell ab, und bald darauf tauchte er in die Polarnacht ein, welche für den Pol selbst am 15. August, dem Tage der Herbstnachtgleiche, eintrat.

Genaue Messungen haben gezeigt, dass der nördliche Fleck i. J. 1882 mit dem Pole genau conzentrisch war. Nahezu dasselbe scheint während der folgenden Oppositionen stattgefunden zu haben. Die Herren Perrotin und Terby haben 1888 daran eine Trennung in zwei sehr ungleiche Theile wahrgenommen, welche ich gleichfalls durch meine Beobachtungen bestätigt fand.[17]) Der Fleck ist fast immer von einer schmalen, mehr oder weniger dunklen Zone umgeben gewesen, welche theilweise einer Contrastwirkung zugeschrieben werden kann. Aber diese Umrahmung war nicht immer überall gleichförmig und oft völlig oder doch beinahe schwarz, was auf eine wirkliche Färbung der Oberfläche in der unmittelbaren Umgebung des Fleckes schliessen lässt. Die Zone schien den Fleck während seines Zusammenschrumpfens zu begleiten; wenn diese Beobachtung sich bestätigen sollte, so haben wir es hier mit einer sehr wichtigen Thatsache zu thun. Im übrigen haben die letzten Oppositionen dargethan, dass die Gegend des Nordpols von keinem grossen Meere eingenommen wird; es giebt hier nur ein Netz von Kanälen und kleinen Seen. Es ist deshalb möglich, dass die meteorologischen Bedingungen der beiden Mars-Halbkugeln sehr verschieden sind.

Man könnte fragen, ob die weissen Polarflecke Erscheinungen derselben Natur sind, wie die weisse Färbung, welche man an andern Orten, selbst unter dem Aequator wahrnimmt, und von denen wir detaillirt genug in den Artikeln II und III dieser Schrift geredet haben. Meine Meinung davon (wenn es erlaubt ist, eine Meinung über solche Dinge zu haben) ist die, dass diese Gebilde verschiedener Natur sind. Diese nicht polaren Färbungen sind nicht immer glänzend weiss, sondern öfters schmutzig weiss, weissgrau oder weissgelb. Wenn diese Färbungen sich auf den kontinentalen Gebieten bilden, besitzen sie gewöhnlich schlecht begrenzte Umrisse. Sie sind von unregelmässiger und vorübergehender Existenz. Endlich ist die Helligkeit dieser Färbungen immer grösser gegen den Planetenrand zu als in der Nähe seines centralen Meridians, das ist genau umgekehrt wie bei den Polarflecken. Besonders deutlich tritt dies bei dem südlichen Polarfleck hervor, welcher, da er zum Pol merklich excentrisch steht, seine Entfernung vom Planetenrande im Laufe einer Rotation bedeutend ändern kann und dabei immer seine

[17]) Diese Theilung ist auf unsern beiden Planigloben angegeben.

grösste Helligkeit zeigt, wenn er sich der Mitte der Scheibe am nächsten befindet. Ich möchte auch noch hervorheben, dass der südliche Polarfleck während seiner grössten Ausdehnung einen beträchtlichen Theil des Meeres einnimmt, während dagegen jene weisslichen Färbungen sich stets nur auf den Continenten oder Inseln bilden, niemals auf dem Meere, wie wir es auch oben gesehen haben.

Was die weissen Flecke betrifft, welche wir weiter oben als Abzweigungen des nördlichen Polarflecks beschrieben haben und die 1881—82 der Bildung dieses Flecks vorangingen, so wagen wir darüber nichts zu sagen; aber es ist doch sicher, dass ihre leichteste Sichtbarkeit mit ihrem Durchgang durch den centralen Meridian zusammenfiel und dass sie am Planetenrande völlig unsichtbar wurden. Diese Beobachtung könnte uns veranlassen, ihre Natur mit der des Polarfleckes für identisch zu halten. Es wären dann die zerstreuten Materialien, welche, zu einer kompakten Masse vereinigt, den eigentlichen Polarfleck gebildet hätten. Infolge ähnlicher Betrachtungen bin ich geneigt zu glauben, dass die permanenten und gut begrenzten Flecke, die 1877, 78, 79 unter den Namen Nix Atlantica und Nix Olympica gesehen wurden, ähnlicher Natur wie die Polarflecke waren; in der That erschienen auch diese Bildungen deutlicher in der Nähe des Central-Meridians als in der des Randes.

Es würde nicht schwer sein eine Reihe von Hypothesen zu erfinden, welche im stande wären, diese Erscheinungen der weissen polaren oder nicht polaren Flecke in glaubhafter Weise zu erklären, indem man sie mit der Verdampfung der angenommenen Meere und mit der Atmosphäre des Mars in Verbindung brächte, welche letztere unzweifelhaft existirt. Ich halte es dagegen für nützlicher, darauf hinzuweisen, dass die weissen Flecke jeder Art unter den Erscheinungen auf dem Mars die am leichtesten zu beobachtenden sind; sie erfordern nur ein Instrument von mittlerer Kraft, und eine sehr ausdauernde Aufmerksamkeit. Die Eigenthümlichkeiten, welche ich über diese Flecke angeführt habe, beweisen, dass sich hier ein Feld für höchst interessante Untersuchungen darbietet, deren Wichtigkeit für das Studium der physischen Beschaffenheit des Mars unverkennbar ist und auf welchem Felde sich auch solche Beobachter nützlicherweise beschäftigen können, welche es nicht dazu bringen, die viel schwierigeren Details der Kanäle und ihrer Verdoppelungen zu entziffern.

Druckfehler: In den ersten Aufsatz des Herrn Professor Schiaparelli hat sich, wie letzterer uns mittheilt, leider ein sinnentstellender Fehler eingeschlichen: Es muss S. 10 Z. 18 „unsichtbar" statt „sichtbar" heissen. D. Red.



Der Werkotsch bei Aussig.

Gezeichnet von **Olof Winkler** in Dresden, erläutert von Prof. **A. W. Stelzner** in Freiberg.

Schandau und Herrnskretschen, Bastei und Prebischthor, Bodenbach und Aussig, Milleschauer, Teplitzer Schlossberg und Mückenthürmchen — das sind im Kreise der Naturfreunde Namen von gutem Klang. Bei Tausenden rufen sie Erinnerungen an genussreiche Wandertage zurück, anderen Tausenden sind sie ein lang ersehntes Ziel. Und das mit Recht! Denn auf dem Gebiete, dessen Marksteine jene Punkte abgeben, drängt sich eine seltene Fülle von ebenso reizvollen als mannigfaltigen Naturbildern zusammen: das reichbelebte Elbthal, wilde Felsenschluchten, lauschige Waldeinsamkeit, zahlreiche „Steine“ und „Berge“ mit herrlichen Ausblicken auf Erzgebirge, Sächsische Schweiz und Böhmisches Mittelgebirge.

Suchen wir uns Rechenschaft zu geben über die Ursachen dieser wechselvollen Gestaltung eines nur wenige Quadratmeilen umfassenden Landstückes, so bietet uns die Geologie klare und bündige Auskunft; denn sie lehrt uns, dass jene drei Gebirge, in deren Knotenpunkt wir uns bewegen, nicht nur dem Namen, sondern auch dem Wesen nach, in Hinsicht auf ihr Gesteinsmaterial und auf ihre Entstehungsgeschichte, durchaus verschieden sind, so dass sich nun jedes in anderer Weise an der Configuration der Landschaft betheiligt.

Folgen wir der trefflichen Eintheilung, welche Frh. von Richthofen kürzlich über die Hauptformen der Bodenplastik entwickelt hat, so können wir zunächst das Erzgebirge, eine vom Elbthale aus flach nach Südosten hin ansteigende, dann auf der böhmischen Seite jäh abgebrochene Gneissplatte, als ein tektonisches Gebirge bezeichnen, specieller noch als ein „einseitiges Schollengebirge“, d. h. als ein Gebirge, das im wesentlichen durch Kräfte entstand, welche ihren Sitz im Erdinnern haben. Diese geheimnissvollen Kräfte der Unterwelt, von denen wir nur vermuthen können, dass sie mit dem

in unserem Planeten aufgespeicherten Wärmeschatze und mit der durch allmähliche Ausstrahlung dieser Wärme Hand in Hand gehenden Abkühlung der festen Erdkruste zusammenhängen, bewirkten zunächst das Aufreissen der „Erzgebirgsspalte“, weiterhin das Absinken des südlich dieser Spalte gelegenen Theiles der uralten Gneissscholle.

Wesentlich anders verhält es sich mit der Sächsischen Schweiz. Diese ist, trotz ihres stolzen Namens, doch nur ein Flachboden, ein „Tafelland“, das aus nahezu horizontal gelagerten Schichten von Quadersandstein besteht. Die räumliche Ausdehnung dieses Sandsteines und die hier und da reichlich in ihm vorkommenden Versteinerungen bekunden, dass er während der sogenannten Kreidezeit in einer Bucht abgelagert wurde, die sich von einem das heutige Böhmen weithin bedeckenden Meere aus zwischen dem Erzgebirge und dem granitischen Lausitzer Gebirge westwärts bis in die Gegend von Meissen abzweigte. Nach dem Rückzuge dieses Meeres blieb der auf dem Grunde abgelagerte Sand in Gestalt eines einförmigen „Flachbodens“ zurück und dieser letztere wurde nun erst später, durch äussere Agentien, durch Frost und Regen sowie durch die fliessenden Gewässer des allmählich sich herausbildenden Elbthales gefurcht, durchschluchtet und an seinem Rande sogar in einzelne „Steine“ und „Berge“ gegliedert. Wer seinen Blick von der Bastei aus über Königstein und Lilienstein, Pfaffenstein und Tschirnstein mit ihren nahezu in einem und demselben Niveau liegenden Scheitelflächen schweifen lässt, wird sich leicht die ursprüngliche Beschaffenheit, die einstmalig stetige Entwickelung unserer Sandsteinplatte vergegenwärtigen können und nicht minder leicht verstehen, dass alle die einzelnen vor ihm liegenden „Berge“ nur als Theile, gewissermassen als Ruinen eines einheitlichen Ganzen aufzufassen sind.

Eine dritte, von den beiden soeben betrachteten gänzlich verschiedene Entstehungsgeschichte offenbart uns das Böhmische Mittelgebirge.

Durch seine allgemeine Form mag uns zwar der Teplitzer Schlossberg noch an den Königstein oder Lilienstein erinnern, aber durch sein Material giebt er sich ohne weiteres als eine ganz andere Bildung zu erkennen. Nirgends sehen wir an seinen Felsenmassen wahre Schichtung, nirgends finden wir Versteinerungen; der Berg besteht vielmehr seiner ganzen Masse nach aus plattig zerklüftetem Phonolith.

Zu einem im allgemeinen gleichen Resultate führt uns die Untersuchung des grossen und kleinen Milleschauers, des Biliner Borschen,

des Brüxer Schlossberges und seiner Nachbarn — überall stossen wir auf Basalte und Phonolithe, also auf Gebirgsarten, die innig verwandt mit Eruptionsproducten der heutigen Vulkane, und dabei vollständig verschieden sind von jenen Gesteinen (Quarzporphyr, Plänerkalk, Schichten der Braunkohlen-Formation), welche das zwischen den Kuppen und Kegelbergen des Mittelgebirges sich ausbreitende Niederland zusammensetzen und aller Wahrscheinlichkeit nach auch jenen Kegelbergen selbst zur Basis dienen. Die Berge des Mittelgebirges müssen daher als „aufgesetzte“ oder „parasitische“ bezeichnet werden. Jeder derselben entspricht einem ehemaligen Vulkane, jeder von ihnen hat seine eigene Entwickelungsgeschichte und lässt sich mithin, ganz im Gegensatz zu den „Steinen“ der Sächsischen Schweiz, als ein selbständiges Gebilde, als ein geologisches Individuum bezeichnen. Das Mittelgebirge ist sonach ein vulkanisches Kuppen- oder Ausbruchsgebirge.

Sobald wir aber von einem Vulkan reden hören, denken wir an einen aus losen Schlacken und Aschen aufgeschütteten Berg, aus dessen Krater Rauchwolken emporsteigen und Ströme gluthflüssiger Lava sich ergiessen. Wer etwa derartiges bei Aussig und Teplitz zu sehen erwartet, wird freilich arg enttäuscht werden, denn die Vulkane des Mittelgebirges sind längst erloschen und der Zahn der Zeit, in unserem Falle die zerstörende Kraft der Atmosphärilien und der fliessenden Gewässer, hat auch an ihnen seit Jahrtausenden genagt, das lose Material der Krater fortgeschwemmt und selbst die alten, aus härterem Basalt bestehenden Lavaströme arg zerstört.

Als letzte ausklingende Regungen der einstmals stark entwickelten vulkanischen Kraft sprudeln heute nur noch die heilkräftigen Thermen von Teplitz empor.

Aber die Enttäuschung auf der einen Seite wird ausgeglichen durch eine dem Geologen und Naturfreunde hochwillkommene Ueberraschung auf der anderen: derselbe Zahn der Zeit, welcher die vergänglichen Gebilde der Oberfläche zerstörte und die alten Krater im engeren Sinne des Wortes bis zur Unkenntlichkeit verwischte, hat dafür lehrreiche Querschnitte durch die alten Lavaströme ausgearbeitet und sich weiterhin auch in das Grundgebirge der vulkanischen Parasiten tief eingewühlt, dadurch aber die an einem noch heute thätigen Vulkane der direkten Beobachtung entzogenen Canäle freigelegt, durch welche das geschmolzene basaltische und phonolithische Material aus der Tiefe empordrang. Diese Canäle und Spalten, welche bei dem Absterben der vulkanischen Activität mit den zuletzt emporgepressten,

steinig erstarrenden Lavamassen erfüllt blieben, erscheinen uns nun als Gänge inmitten nichtvulkanischer älterer Gesteine; als Gänge, die hier und da sogar noch in unmittelbarem Zusammenhang mit den gluthflüssig bis zur Oberfläche emporgedrungenen und auf dieser letzteren stromartig ausgeflossenen Massen zu stehen scheinen.

In seltener Klarheit kann man derartige Verhältnisse auf einer zwei- bis dreistündigen Wanderung in jenem tiefsten Einschnitte beobachten, den die Elbe zwischen Aussig und dem nächst oberhalb gelegenen Dorfe Wannov in die vulkanischen Gebilde des Mittelgebirges und ihres Untergrundes eingearbeitet hat.

Zu diesem Zwecke folgen wir der Strasse, welche sich von Aussig aus auf dem linken Elbufer stromaufwärts hinzieht. Sobald wir die Stadt verlassen haben und freieren Ausblick gewinnen, wird das Auge unwillkürlich von der Ruine Schreckenstein gefesselt, die uns trotzig von einer steilen phonolithischen Felsenklippe des rechten Ufers entgegenschaut. Prüfen wir jedoch, wie es nüchterner Forschung geziemt, auch das linke, landschaftlich zunächst weniger reizvolle Thalgehänge, welches von unserer Strasse nur durch eine Häuserreihe und durch die Eisenbahn getrennt ist, so sehen wir mehrfach, dass der untere Theil desselben aus horizontalen Schichten weissen Sandsteines besteht, der obere dagegen aus einer dem Sandsteine aufgelagerten und säulenförmig gegliederten Basaltplatte; das linke Gehänge zeigt uns also den Querschnitt durch einen jener basaltischen Lavaströme, die sich hier in der tertiären Zeit über älteren Sandstein ergossen. Die Säulen, in welche sich dieser Basaltstrom durch das Schwinden seiner erstarrenden Masse gliederte, stehen, wie sich schon vom Thale aus beobachten liess und auch bei dem Aufstiege zur Ferdinandshöhe constatirt werden kann, vertikal, also rechtwinklig zur Oberfläche des Sandsteines, da diese abkühlend auf die Lava wirkte.

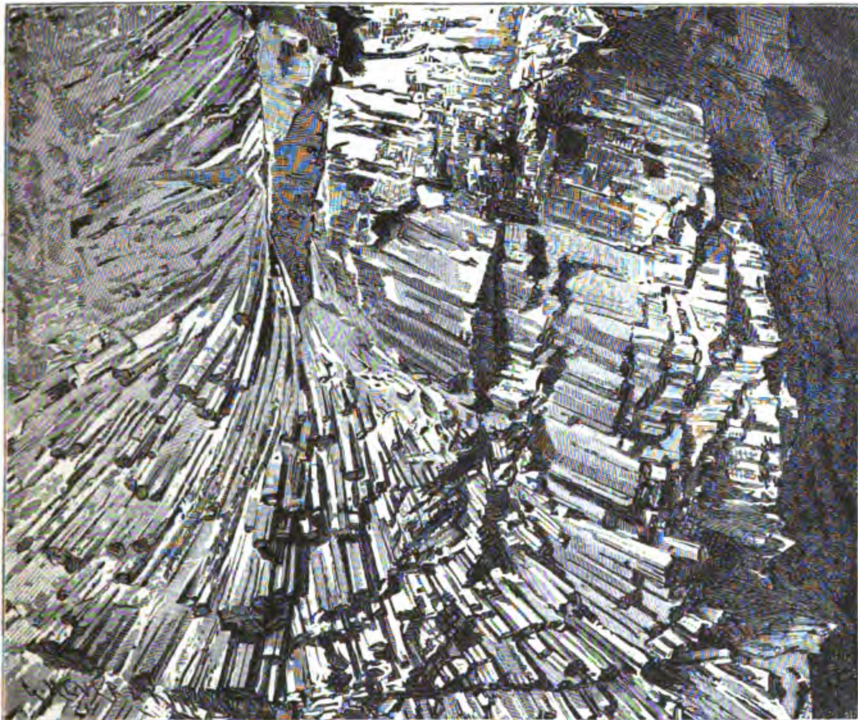
Nach etwa halbstündiger Wanderung führt uns die Strasse unter der Eisenbahn hindurch und nun stehen wir plötzlich vor einer jäh emporsteigenden basaltischen Felsenmauer, die wiederum säulenförmige Absonderung zeigt, aber in einer neuen, staunenerregenden Weise. Von links und rechts her tauchen die Säulen aus dem Boden auf und neigen sich einander zu, an die Gruppirung der Holzscheite eines Meilers oder an die Haarsträhne eines Zopfes erinnernd. Den letzteren Vergleich haben die czechischen Umwohner gezogen, denn sie nennen den Felsen Wrkoc, d. i. eben Haarzopf. In deutschen Büchern steht darnach Werkotsch.

Die Trennung von dem merkwürdigen Bilde, dem sich im ganzen



Der Werkotsch. Nach der Natur gezeichnet von Olof Winkler.

Mittelgebirge kein ähnliches an die Seite setzen lässt, fällt schwer, aber endlich muss sie doch erfolgen. Ein rechter Hand stehender Wegweiser lenkt unsere Schritte einer Nebenschlucht zu, in der wir nun emporsteigen, um dann auf der Höhe nach Aussig zurückzukehren. Schon nach wenigen Minuten, und noch im Niveau des Werkotsch, gelangen wir jetzt an eine aus weissem Sandstein bestehende Felswand. Da eine ganz analoge Entblössung auch in einem, unmittelbar Elbaufwärts vom Werkotsch gelegenen Steinbruch vorhanden ist, so ergiebt sich, dass jener wenigstens an seiner Basis eine links und



Die strahligen Basaltbildungen des Werkotsch.
Nach der Natur aufgenommen von Olof Winkler.

rechts von Sandstein eingeschlossene Basaltmasse ist, oder, geologischer ausgedrückt, ein Basaltgang im Sandstein. Er lehrt uns also die Ausfüllung einer jener Spalten kennen, welche ehemals dem vulkanischen Materiale zum Ausfluss dienten und ihm die Bildung kraterförmiger Aufschüttungen oder stromartiger Ausbreitungen an der Oberfläche gestatteten. Der Grund zu der vorhin bewunderten säulenförmigen Gliederung des in der Spalte zurückgebliebenen Materials

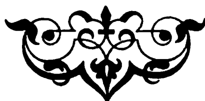
muss abermals in der Contraktion gesucht werden, welche mit der Erkaltung und Erstarrung des letzteren Hand in Hand ging.

Wer sich die Mühe nicht verdriessen lässt, von dem eingeschlagenen Fusswege aus noch eine kleine Nebenexcursion zu unternehmen, der möge an dem vor ihm fliessenden, von der Podlaschiner Mühle herabkommenden Wässerchen emporsteigen. Er wird am rechten Gehänge unserer Schlucht zunächst auf weiteren Sandstein treffen, dann, inmitten des letzteren, auf einen neuen, diesmal weit kleineren, dafür aber auch mit einem einzigen Blicke deutlich zu übersehenden Basaltgang stossen und endlich, nach einem letzten kurzen Anstieg, jene Basaltdecke erreichen, die wir schon von Aussig her kennen und die nach unseren seither gemachten Wahrnehmungen in einem innigen Zusammenhange mit der Werkotsch-Spalte stehen dürfte.

Damit ist unsere Nebenexcursion zum Abschluss gelangt; denn wir stehen jetzt in einem ganz eigenartigen, von unübersteiglichen Säulen der Basaltdecke umrahmten Amphitheater. Der Architekt desselben ist der kleine Podlaschiner Mühlbach. Seit langer Zeit schon hat er an der Basaltdecke gefeilt und immer weiter geht sein Trachten. In jähem Falle stürzt er sich von der Säulenwand herab, rastlos arbeitend an der Zerstörung ihres Untergrundes, immer tiefer einschneidend in die Werkstätte Vulkans.

Herr Olof Winkler hat den Werkotsch nach der Natur gezeichnet und mich aufgefordert, sein treffliches Bild mit einigen Erläuterungen zu versehen. Seinem Wunsche nachkommend, glaubte ich mich nicht nur auf den schönen Felsen selbst beschränken, sondern auch die nähere und weitere Umgebung desselben kurz besprechen zu sollen. Möchte es mir dadurch gelungen sein, den freundlichen Leser zu einer Wanderung durch einen der schönsten Theile des Elbthales angeregt und ihm die Erkenntniss dessen angebahnt zu haben, was uns hier die Felsen erzählen.

Freiberg i. Sachsen, October 1888.





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

II. Die Gestalt und Grösse der Erde.

Nächtlicherweile treten wir hinaus ins Freie und lassen unsern Blick hinschweifen über das weite, sternübersäete Gebiet, dessen wunderbare Erscheinungen, dessen Wesen und Natur zu erklären, wir uns kühn zur Aufgabe gestellt haben.

Welche Fülle von ergreifenden Eindrücken strömt uns von dort her entgegen! Kein wilder Volksstamm, nicht der roheste unter den Bewohnern unserer civilisirten Länder geht an diesen wahrhaft überirdischen Schauspielen, die der Himmel uns bietet, gefühllos vorüber. Freilich, die Gebildeten unserer Grossstädte dürfen wir nach diesem Eindrucke nicht fragen. Sie sehen zwischen hohen Häuserzeilen kaum mehr als einen schmalen Streifen des Himmels durch Staub- und Dunstwolken matt herabschimmern, und der zitternde Strahl der wenigen Sterne erlischt beinahe völlig in dem aufdringlichen Glanze der blendenden Beleuchtung, mit welcher die Civilisation den Sonnen des Himmels Concurrenz zu machen versucht. Hier, in dem Gewühl der Stadt ist es unmöglich, den unbeschreiblichen Zauber des gestirnten Firmamentes auch nur ahnend zu empfinden, der in freier Natur unsere Seele allgewaltig ergreift, wenn wir über der schlafenden Erde den stillen Zug der Sterne auf- und niedersteigen sehen dort in der endlosen Ferne hinter dem dämmernden Horizonte, wo der allumfassende Himmel, das Unerreichbare, das Göttliche, sich herabneigt zu unserm irdischen Kreise, und sichtbarlich mit leuchtenden Fäden uns mit jenem Ueberirdischen verknüpft. Jedermann, der Urmensch sowohl, in welchem soeben die ersten religiösen Ideen aufkeimen, die sich noch stets zuerst anbetend den Himmelslichtern zugewendet haben, — wie der nüchternste Gelehrte, empfand unbewusst oder durch logische Ueberzeugung, dass ein inniger Zusammenhang zwischen den

13*

unerreichbaren Dingen dort oben in den Himmelsräumen und uns hin- und wieder zurückstrahlen muss, der uns als Theil, als schlechteres, unbedeutenderes Stück dieses Himmels selbst, ihm abhängig, unterthänig schuf, und dass etwas unsagbar Grosses, Majestätisches, Göttliches über diesem Sternenzelte wohnt. Nur die Namen wechselten für diese Ueberzeugung, und wenn die Zeit Zweifler hervorbrachte, in deren Köpfen der Name Gott keinen Raum mehr findet, so müssen sie am Himmel jene alles gleich wohlthätig ordnende unwandelbare Gesetzlichkeit doch stehen lassen, welche für die Glaubenden der Ausfluss göttlicher Gerechtigkeit ist.

Und doch wird dieser erhabene Eindruck, welcher uns ohne alle logischen Schlüsse unmittelbar, wie mit göttlicher Eingebung die grosse Wahrheit von der unwandelbaren Einheit des Weltganzen verrieth, hervorgerufen durch äussere Wirkungen ungemein einfacher Natur. Da sind ein paar flimmernde Lichtpunkte, bei weitem nicht so glänzend, wie die elektrischen Lichter, welche überall in unseren Strassen das Licht des Tages zu ersetzen suchen, und auch bei weitem nicht so reich an Zahl, wie die, welche man beispielsweise in einem festlich illuminirten öffentlichen Garten oft beisammen sieht (denn die Zahl der gleichzeitig sichtbaren Sterne übersteigt für das beste Auge nicht 3000); und diese zitternden Lichter, die oft ein Windhauch für Angenblicke auszublasen scheint, sind an eine grosse dunkle Wölbung festgeheftet. Dieselbe dreht sich, wie wir nach einiger Zeit aufmerksamer Beobachtung bemerken, im langsamen Schwunge um einen festen Punkt.

Was ist daran so Merkwürdiges oder Uebernatürliches, wenn wir dem unmittelbaren Augenschein Glauben schenken? Wäre nicht der erfindungsreiche Mensch leicht im stande, ein treues Abbild dieser Erscheinung zu schaffen, eine ungeheure Kuppel über einen duftenden Lustgarten zu wölben, die tausend glühenden Sterne seiner Erfindung daran zu heften und schliesslich dieses Ganze an einer festen Axe umzudrehen, dass die Sterne von Aufgang zu Niedergang ihre unwandelbaren Kreise ziehen, wie dort oben am Himmel?

In der That war ein Weltsystem so einfacher Einrichtung das erste, welches ein civilisirtes Volk, die Hellenen, sich ausgedacht hatte, und das zur glücklichen homerischen Zeit, als noch keine Zweifel des Wissenden die reine Poesie des Naturgenusses in naiven Gemüthern erschütterte, zur Erklärung der oberflächlich gesehenen Vorgänge genügen konnte. Damals lenkte noch Apoll seine Sonnenrosse, aus dem Ocean emporsteigend, mächtig über das Himmels-

ölbe hin, um Abends wieder in die glühenden Wogen des Meeres ᴐzutauchen. Er zog das ganze Heer der Sterne am umwälzenden ölbe hinter sich her und schwamm mit seinen Rossen nächtlicher e auf dem Ocean, der rings die Erdscheibe umgab, wieder zu stlichen Seite seines Aufstiegs zurück.

Wenn sich die Sache wirklich so verhält, wie es hier den Augen-n hat, und dort am fernen Horizonte das Himmelsgewölbe auf die stösst, so wäre zu wünschen, dass wir uns von der Wahrheit s Augenscheines überzeugten und es versuchten, bis zu diesem idepunkte zwischen Himmel und Erde vorzudringen; denn wir en immer unserer Aufgabe eingedenk bleiben, dass wir unsere üsse zwar zunächst von dem ersten Augenschein ausgehen lassen en, den wir dagegen durch tieferes Eindringen in den Gegenstand estätigen oder zu widerlegen haben.

Nun, wir wissen Alle, wohin uns dieses Experiment führt; indem diesen Berührungspunkt zu erreichen suchen, weicht er vor uns ck, und wir gelangen endlich, in welche Richtung wir auch re Schritte lenken mögen, an irgend ein Meergestade, von welchem wir das Gewölbe auf dem wogenden Ocean ruhen sehen.

Wir kommen dadurch, weiter keine Kenntnisse vorausgesetzt, zu Ueberzeugung, dass die Erde eine weite, etwa kreisförmige Scheibe welche als kleine Insel auf dem endlosen Weltmeere schwimmt. war auch die Weltansicht jener ältesten Hellenen, bevor n grosse philosophische Denker das erste Licht über eine bessere hung der Welt verbreiteten. An den Begriff einer wahrhaften ndlichkeit wagte man noch nicht vorübergehend zu denken. er jener Erdscholle breiteten sich für sie die Tiefen des Meeres ndlos bis zu einer Grenze hinab, über welche hinaus man nicht denken wagte. Ueber diese Weltinsel aber hatten die Götter jene altige Kristallhalbkugel gedeckt, um wohlthätig den Blicken wie Gedanken des Menschen eine Grenze zu setzen, damit diese sich t in einer leeren kalten Unendlichkeit gänzlich verloren.

Die Frage aber, ob wir jene letzten Grenzen des Horizontes t am Ende doch erreichen könnten, ist damit nicht entschieden. rastlos strebende Mensch wollte diese Grenze erreichen, die sich erm Auge in scharf abgeschnittener Linie der Meeresfläche gar nt als zu weit entfernt darstellt. Es ist kaum zweifelhaft, dass der e tollkühne Versuch mit schwankem Fahrzeug in diese Unendlich-t des Meeres vorzudringen, der Frage galt, was dort hinter der höhe Wunderbares verborgen sei.

Heute wissen wir, dass auch dieser Versuch, den Horizont zu erreichen, auf dem Meere ebenso vergeblich ist, wie er es auf dem Lande war. Ueberall weicht der Himmel zurück, wo wir ihn schon zu erfassen glaubten.

Aber wollen wir in jenem naiven Geiste, dessen wir uns befleissigen, unsere Untersuchungen über die Grenzen des irdischen Gebietes vorsichtig fortsetzen, so stösst uns, auf offenem Meere angelangt, eine grosse Schwierigkeit auf, welche die Ursache bedenklicher Zweifel werden muss: Es fragt sich nämlich, wie wir uns versichern können, dass wir immer in gerader Richtung unsern Weg fortsetzen und ob es am Ende nicht möglich sei, dass wir auf unserm Schiff stetig im Kreise herumsegeln, während doch vielleicht irgendwo jener Berührungspunkt zwischen Ocean und Himmel existirt.

In dieser Verlegenheit müssen wir unsere ganze Hoffnung auf die leuchtenden Fixpunkte am Himmel setzen, da es auf dem wogenden Meere nichts giebt, von welchem aus wir unsere Schlüsse fest an die Erde heften könnten. Wir müssen uns, um unser Ziel zu erreichen, an eine Erfahrung halten, welche wir vorher auf dem Lande selbst gemacht haben, wo es an irdischen Fixpunkten, deren Unwandelbarkeit nicht bezweifelt werden kann, nicht fehlt. Wiederholte aufmerksame Beobachtung zeigt hier, dass sich während eines Tages alle Sterne um einen festen Punkt am Himmel drehen, der seinerseits, wenn wir uns selbst auf der Erde nicht fortbewegen, um eine ganz bestimmte unveränderliche Winkelgrösse über dem Horizont erhaben bleibt. Wir nennen diesen Punkt den Himmelspol. Die tägliche Bewegung der Sterne um diesen Pol geht so vor sich, als ob die letzteren an einer Hohlkugel befestigt wären, während diese Hohlkugel sich um eine feste Axe dreht, deren eines Ende sich in unserem Standpunkte, das andere im Himmelspole befindet. Diese Thatsache der Unbeweglichkeit des Himmelspols gegen feste Richtungen auf der Erde war bereits den ältesten seefahrenden Völkern bekannt, und der Leser wird es mir wohl unbedingt glauben, dass auch die neuesten, mit unsern subtilsten Präcisions-Instrumenten ausgeführten Messungen diese Unbeweglichkeit konstatirt haben, gewisse ganz kleine Abweichungen ungerechnet, welche höchstens einen Hunderttheil einer Haaresbreite[1]) betragen, und von denen unter andern auch in dem zweiten Hefte unserer Zeitschrift erzählt worden ist (S. 110 u. f.).

[1]) Eine Haaresbreite aus der Entfernung mittlerer Sehweite betrachtet, repräsentirt ungefähr einen Winkel von 16—18 Bogensekunden. Die Pol-Schwankung aber, welche man auf der Berliner Sternwarte nachgewiesen hat, beträgt 0,″2.

Allerdings befindet sich in diesem Pole nicht unmittelbar ein rn, auf welchen wir unser Augenmerk richten könnten, um eine lständig geradlinige Fortbewegung auf dem Lande oder dem Meere erzielen. Der nächste, der sogenannte Polarstern, befindet sich zur t immer noch $1^1/_4{}^0$ vom Pol entfernt; andere, näher stehende Sterne d mit blossem Auge nicht erkennbar. Da aber die Abstände aller rne vom Pole immer die gleichen bleiben (ich nehme hier und im lgenden gewisse kleine Abweichungen, die erst in späteren Stadien · Welterkenntniss entdeckt wurden, um die Einfachheit der Bechtung nicht zu stören, aus) und die Umdrehung sich in einem ge weniger vier Minuten immer in gleicher Weise wiederholt, so in man, nachdem diese Abstände und Bewegungen durch die Beıchtung bekannt geworden sind, durch geeignete Messapparate aus · Lage irgend eines bekannten Sternes die Lage des Poles ermit-ı, wie der Leser ohne weiteres einsehen wird. Die Beobachtung · Sterne auf offenem Meere erlaubt uns also, stets eine gewisse ade Richtung in unsern Bewegungen strict inne zu halten, und in der Horizont überhaupt zu erreichen wäre, so müssten wir glich unser Ziel durch eine solche geradlinige Bewegung sicher len.

Dass uns dies mit jenen bessern Hilfsmitteln und Erfahrungen, uns nun zu Gebote stehen, nicht gelingt, wissen wir; ja es zeigt sich, s wir, konsequent stets in gleicher Richtung fortschreitend, so viel · uns auch aus den Sternen versichern, dass wir nicht etwa im eise herumgegangen sind, auf unsern Ausgangspunkt wieder zurückıren. Wir wissen auch, dass dieses Experiment oft von den Weltseglern ausgeführt worden ist.

Beweist uns dies nun unmittelbar, was wir diese Zeit her beweisen llten, dass nämlich die Erde keine Scheibe, sondern eine Kugel sei? r wollen uns von dem in der Schule auswendig gelernten Wissen r nicht verleiten lassen, irgend ein Glied aus unserer Schlusskette verlieren, und behaupten, dass dieses Experiment, einmal ausgeführt, · eine Walzenform der Erde nachweist. Erst wenn wir das Experint mindestens zweimal und zwar so ausgeführt haben, dass die den rund um die Erde herum führenden Kreise sich rechtwinkelig ıeiden, und dabei beide gleich gross befinden, können wir unsere ıauptung als genügend erwiesen erachten.

Dass man in der That zuerst, nachdem man die Idee der Scheibenm aufgegeben hatte, an eine walzenförmige Erde glaubte, haben s sichere Ueberlieferungen bewiesen. Anaximander, ein Schüler

des Thales, lehrte diese Weltansicht um das Jahr 550 v. Chr. Wir sehen, dass wir den Weg der Erkenntniss in nothwendiger Konsequenz Schluss an Schluss heftend, in derselben Richtung schnell noch einmal durchwandeln, den die Menschheit im Laufe der Jahrtausende langsam und mühselig, mit tausend Irrungen kämpfend, durchschreiten musste, um bis zu der heutigen unerschütterlichen Ueberzeugung von der wahren Weltordnung zu gelangen. Wir werden auch in den folgenden Betrachtungen staunend erkennen, wie völlig logisch der geistige Entwickelungsgang der Menschheit auf diesen Gebieten fortschritt und wie wir mit jeder neuen, streng gefolgerten Konsequenz auch in der geschichtlichen Entwickelung um einige Jahrhunderte vorwärts eilen.

Der Schritt von der Scheibenform der Erde zu der einer Walze war übrigens ein ganz ungemein kühner, geradezu revolutionärer und deshalb wohl dazu angethan, dem menschlichen Geiste zunächst ein Halt zu gebieten, um die gewaltigen Konsequenzen, welche sich hieraus ergaben, auszudenken, ehe man Zeit gewann, einen weiteren Schritt vorwärts zu thun. Während es bis dahin ein unbedingtes Oben und Unten gab — oben wölbte sich umkreisend das sternbedeckte Firmament, unter uns brausten die Wasser des Oceans bis an die Grenzen der Unendlichkeit hinab — so schwebt nunmehr die Erde in einem freien Raume, und was für uns oben war, wurde für die unerreichbare Welt unterhalb der irdischen Walze, unten. Die Idee der Antipoden war geschaffen, ein nicht so leichter Begriff, welcher noch heute in manchen Kopf nicht passen will. Unterhalb unseres Horizontes wölbte sich nun eine gleiche himmlische Halbkugel, wie über uns. Es schien, als seien wir in einer ungeheuern kristallenen Kugel eingeschlossen, durch deren Oeffnung uns der ewige Glanz der Götterwohnung entgegenstrahlte, über deren Einrichtung nachzudenken dem Menschen ewig versagt bleiben musste. Unter dem Horizonte besass also die Halbkugel offenbar noch einen andern Pol und zwischen beiden lag die Welt-Axe, um welche sich in der Mitte der Kugel die irdische Walze legte. Die Erde blieb folglich im Mittelpunkte des Weltganzen als dessen hauptsächlichster Theil, um welchen sich das Uebrige wie ein Geschenk der Götter zu unserer Freude in hehrem Reigen bewegte.

Die so entwickelte Form des Weltgebäudes liess offenbar immer noch die Möglichkeit zu, das ersehnte Ziel, jene Grenze zu erreichen, wo der Himmel die Erde berühren sollte, denn es erschien ja anders ganz unmöglich, als dass die grosse irdische Walze durch irgend welche feste materielle Bande an das Kugelgewölbe des Himmels ge-

schmiedet sei; dass sie etwa in demselben frei schwebe, erscheint ja noch nach dem Standpunkte, welchen unsere bisher entwickelte Weltansicht einnimmt, ganz unmöglich. Zur weiteren Entwickelung unserer Erkenntniss wird es deshalb offenbar höchst interessant sein, weiter in der Richtung des Weltpoles vorzudringen, wo ja nach dem Augenschein des sich umwälzenden Himmelsgewölbes diese Verbindung aufzufinden sein müsste. Aber auch indem wir unsere Weltreise in dieser Richtung wiederholen, stossen wir auf unüberwindliche Schwierigkeiten, und der Himmel bleibt uns unerreichbar. Nach Norden in der angegebenen Richtung auf der Erde vordringend, kommen wir in stets rauhere und unwirthsamere Gegenden. Undurchdringliche Eiswildniss hindert jedes weitere Vordringen von einer Grenze an, die, wie wir aus gleich zu erörternden Gründen schliessen können, noch etwa hundert Meilen, oder den 54. Theil des ganzen Erdumfanges, von diesem ersehnten Berührungspunkte entfernt liegt, wenn ein solcher überhaupt existirt.

Wir müssen uns deshalb zu der Ueberzeugung bequemen, dass wir den Himmel in Wirklichkeit niemals erreichen können und also, wenn wir seine Einrichtung überhaupt kennen lernen wollen, zu anderen als jenen handgreiflichen Mitteln unsere Zuflucht nehmen müssen, die dem vollkommen naiven Geiste zwar allein als Beweise giltig erscheinen. Wie aber auch diese Mittel zur Erforschung des Himmels beschaffen sein mögen, wir werden von vornherein davon überzeugt sein, dass wir damit anfangen müssen, zuerst unsere Erde genauer kennen zu lernen, da alle Ausgangs- und Ankerpunkte für unsere folgenden Schlussreihen über die Einrichtung des Weltgebäudes grenzenlos weit über unsere materielle Wirkungs-Sphäre hinausgreifen sollen und gerade deshalb zur sicheren Kontrole nur die Erde und was wir auf ihr direkt prüfen und erreichen können, übrig bleibt.

Wir sehen sofort ein, dass wir, um beispielsweise über die Grösse der Himmelskörper und über die Entfernung von Sonne und Mond, die wir mit unserer Messkette nicht erreichen können, Aufschluss zu gewinnen, dies nur durch ihre Betrachtung von verschiedenen Standpunkten der Erde aus erfahren können, in einer Weise, welche später näher auseinandergesetzt werden soll. Da aber, wie wir uns leicht überzeugen, durch eine Verschiebung unseres Standpunktes um wenige Meilen, beispielsweise zwischen einer oder der nächsten Ortschaft, die Grössen- und Lagenverhältnisse jener Himmelskörper nicht merklich verändert werden, so müssen wir ohne weiteres schliessen, dass dieselben jedenfalls sehr weit von uns entfernt sind, ganz ungemein viel

weiter wohl, als der Abstand jener Ortschaften von einander beträgt; wir sehen also, dass wir zur näheren Begründung der Grössen und Entfernungen, unsere Beobachtungen zwischen viel weiter abstehenden Orten wiederholen müssen, und es zunächst nöthig wird, den Abstand dieser Orte von einander kennen zu lernen. Wir müssen unsere Erde ausmessen.

Wie stellen wir es aber an, einen so grossen Körper wie die Erde, mag sie nun Walzen- oder Kugelform besitzen, mit unserer Messkette zu umspannen, um schliesslich angeben zu können, wieviel Einheiten eines beliebigen, uns bekannten und in unsern Händen befindlichen Massstabes auf den Erdumfang in einer bestimmten Richtung kommen? Die direkte Ausmessung mit diesem Massstabe würde, selbst wenn wir die Ausdauer dazu besässen, nicht möglich sein, da wir damit ja nicht die Oceane überbrücken können. Diese neue Schwierigkeit wird indess durch die ingeniöse Verwerthung jener eigenthümlichen Wahrnehmungen aufgehoben, die wir bei Gelegenheit unserer Erdumsegelung machen konnten. Wir sahen nämlich, dass der himmlische Pol, indem wir in der Richtung nach demselben die Erdoberfläche durchwanderten, ganz regelmässig höher und höher über dem Horizonte emporstieg, und zwar entsprach eine bestimmte Winkelerhebung stets einer bestimmten immer gleichbleibenden Fortschreitung auf der Erde. Indem wir tiefer und tiefer in den hohen Norden vordrangen bis in die Nähe jenes Punktes, wo die Himmelsaxe die Erde berühren musste, also dem sogenannten Nordpole, je mehr näherte sich der himmlische Nordpol mit seinen uns wohl bekannten Sternen dem Scheitelpunkte des Himmels, welcher genau senkrecht über unsern Häuptern steht.

Wenn wir dagegen unsere Reise um die Erde in umgekehrter Richtung einschlagen, so dass wir dem himmlischen Nordpol genau den Rücken kehren, so senkt sich derselbe mehr und mehr zu dem Horizont hinab und wir kommen schliesslich zu einer Stelle, wo derselbe den Horizont selbst berührt. Auf der entgegengesetzten Stelle, nach welcher wir uns bis jetzt hinbewegten, erscheint gleichzeitig ein anderer Himmelspol, ein anderer Punkt, um welchen sich neue unbekannte Sternbilder in derselben Weise bewegen, wie unsere nordischen. Auf diesem Gebiete angelangt — wir nennen es, wie wir aus der Schule noch wissen, den Aequator der Erde — scheint das Himmelsgewölbe sich um eine Axe zu drehen, welche horizontal auf der Erdoberfläche liegt. Alle Sterne, welche der Himmel überhaupt besitzt,

werden hier nacheinander sichtbar, gehen auf und unter in ewig gleichmässigen Zwischenräumen von je zwölf Stunden.

Indem wir uns nun weiter nach demjenigen Punkte hinbewegen, welchen wir nach dem Vorangegangenen den himmlischen Südpol nennen müssen, wiederholen sich dieselben Erscheinungen, wie wir sie vorher am Nordpol bemerkt hatten. Der Südpol steigt mehr und mehr über den Horizont empor, während inzwischen der Nordpol unter denselben hinabgesunken ist, um niemals für unsern Standpunkt wieder aufzutauchen. Sterne in der Umgebung des Südpols, welche früher stets für uns unsichtbar blieben, gehen nun während des täglichen Umschwungs des grossen Gewölbes niemals mehr unter, weil der Kreis, welchen sie um den über den Horizont erhabenen Südpol beschreiben, wegen ihrer Nähe zu demselben so klein ist, dass der Kreis beim niedrigsten Stande der Sterne höchstens den Horizont berührt. Derartige Sterne nennt man circumpolare; sie gehen für einen bestimmten irdischen Standpunkt weder auf noch unter. Man ersieht unmittelbar, dass die Zone der Circumpolar-Sterne ein immer grösseres Gebiet umfasst, je mehr wir uns einem der irdischen Pole nähern, weil eben gleichzeitig der Himmelspol um so höher emporsteigt. Unter dem Pole selbst sind alle überhaupt sichtbaren Sterne circumpolar; nur die eine halbe Kugel des Himmelsgewölbes bleibt im Laufe aller Tageszeiten sichtbar; kein Stern geht auf, keiner geht unter.

Vergegenwärtigen wir uns genau diese merkwürdige Erscheinung des Auf- und Niedersteigens der himmlischen Pole, während wir in ihrer Richtung auf der Erde vorwärtsschreiten und fügen wir hinzu, dass direkte Ausmessungen stets ergeben haben, dass bei einem gleichgrossen Vordringen in der genannten Richtung die Winkelverschiebung des Poles auch immer und unter allen Erdstrichen dieselbe bleibt,[1]) so sehen wir leicht ein, dass dieselbe durch die runde Gestalt der Erde in dieser nordsüdlichen Richtung herrührt, und dass wir also, indem wir von dem Punkte, in welchem der Nordpol des Himmels genau über unsern Häuptern steht, zu demjenigen hingewandert wären, in welchem der Südpol diese selbe Lage einnimmt, auch genau einen halben Umlauf um unsern Erdkörper in dieser Richtung vollendet haben müssen. Wenn wir dagegen bloss von dem Punkte, wo der Nordpol genau über unserm Scheitel steht, bis zu demjenigen wandern, wo er sich im Horizonte befindet, also bis zum irdischen Aequator,

[1]) Von den kleinen systematischen Abweichungen, welche durch die Abplattung der Erde entstehen, ist hier natürlich abzusehen.

so haben wir offenbar den vierten Theil des Erdumfanges zurückgelegt; ferner, indem wir weiter vordringen, bis der Südpol gerade um 45⁰ über dem Horizonte steht, so beträgt unser Weg den achten Theil des Erdumfanges; oder endlich, wenn wir nur so weit gehen, dass sich einer der himmlischen Pole um einen einzigen Grad, d. h. den 360. Theil des ganzen Himmelsumfanges fortbewegt hat, so sind wir sicher, dass wir auch auf der Erdoberfläche den 360. Theil ihres ganzen Umfanges durchmessen haben.

Die Beobachtung zeigt, dass diese Bedingung, den Himmelspol durch unser Fortbewegen um einen Grad scheinbar zu verschieben, ziemlich leicht zu erfüllen ist. Wir brauchen zu diesem Zwecke keine allzu grosse Reise zu machen, damit wir die Entfernung zwischen diesen beiden Punkten auf der Erdoberfläche, sei es durch unsere Messkette, oder durch andere verfeinerte Methoden, der sogenannten Triangulation beispielsweise, von welcher bei anderer Gelegenheit ausführlicher geredet sein mag, direkt auszumessen im stande sind. Es zeigt sich nämlich, dass zwei derartig gewählte Punkte gerade um 15 geographische Meilen oder $111\,111^1/_9$ Einheiten eines idealen Meterstabes, der sich von unserem Gebrauchsmeter nur um ein sehr Geringes unterscheidet, abstehen; wobei jedoch hinzugefügt werden muss, dass sowohl die Grösse jener geographischen Meile als dieses Meters erst nach dem ganzen Erdumfange bestimmt worden ist. Es hätte uns jedoch nichts gehindert, die Entfernung jener beiden Punkte, für welche der Himmelspol eine, um genau einen Grad verschiedene Höhe über dem Horizonte besitzt, mit irgend einer anderen Masseinheit auszumessen, um selbstverständlich zu denselben Schlussfolgerungen zu gelangen. Ich betone dies, um den Verdacht abzuweisen, dass hier ein Element in unsere Schlussfolgerungen eingeführt werde, welches das sogleich zu ermittelnde, nämlich den Erdumfang, eigentlich bereits enthält.

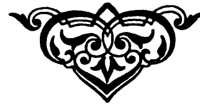
Nachdem nun die Ausmessung der Entfernung dieser beiden Punkte geschehen ist, und wir uns durch die Beobachtung der Höhe des Poles über dem Horizonte (Polhöhe) überzeugt haben, dass wir dabei gerade den 360. Theil des Erdumfanges zurückgelegt haben, so ist ja offenbar der ganze Erdumfang zugleich ermittelt. Wir brauchen eben diese 15 Meilen oder die daneben angegebene Zahl von Metern nur mit 360 zu multipliziren, um zu erfahren, dass die ganze Erdoberfläche in dieser Richtung 5400 Meilen oder 40 Millionen jenes Meters umfasst. Unsere Aufgabe ist damit gelöst.

Noch mag interessant sein hier anzuführen, dass eine Aus-

messung der Erde nach diesen selben Prinzipien von dem griechischen Astronomen Eratosthenes in Aegypten um 280 v. Chr. und später genau nach obigem Schema von arabischen Astronomen i. J. 827 unter dem Kalifen Al-Mamoum ausgeführt worden ist. Die Einzelheiten dieser ersten Messungen sind uns überliefert worden. Das Ergebniss des Eratosthenes scheint, so weit wir es trotz einiger Unsicherheit über die von ihm angewandte Masslänge beurtheilen können, der Wahrheit schon ziemlich nahe gekommen zu sein. Von der arabischen Messung sind wir leider nicht im stande über den Grad dieser Annäherung irgend etwas anzugeben, weil uns die genügenden Angaben darüber fehlen, wie gross die Masseinheit, in welcher der Grad auf der Erdoberfläche ausgemessen worden ist, war. Wir wissen nur nach jener Ueberlieferung, dass man den 360. Theil des Erdumfangs gleich $56^2/_3$ arabischen Meilen fand. Eine arabische Meile, hiess es, sei gleich 4000 Ellenbogenlängen, welche sich wiederum in Unterabtheilungen zu acht Fäusten, die Faust zu vier Fingern gerechnet, eintheilten, während man eine Fingerdicke gleich sechs Gerstenkörnern und diese wieder gleich sechs Mauleselhaaren schätzte. Nach diesen Angaben würde also der ganze Erdumfang etwa gleich 2600 Millionen Fingerdicken sein. Nimmt man nun an, dass eine Fingerdicke, wie es dem Durchschnitt etwa entspricht, 16 mm beträgt, so gehen nach unsern heutigen Kenntnissen 2500 Millionen Fingerdicken auf den Erdumfang, und es scheint hiernach, dass auch die arabischen Erdmesser in der That nicht allzuweit von der Wahrheit entfernt blieben und dass wir ihrer Kunst alle Achtung zu zollen haben.

Zugleich geht aus diesem historischen Beispiel hervor, wie nothwendig es ist dass man das angewandte Urmass so sorgfältig wie möglich aufhebe, damit die ganze mühsame Arbeit, den ungeheuern Erdumfang mit unserm Geiste messend zu umspannen, für kommende Jahrhunderte nicht vergebens ausgeführt sei. Die heutigen Erdmesser oder Geodäten, welche sich seit langen Jahrzehnten zu einer internationalen Gradmessungs-Organisation vereinigt haben, um die Gestalt- und Grössenverhältnisse der Erde so erschöpfend als möglich zu bestimmen, gebrauchen in der That alle Vorsicht, um das angewandte Urmass so sorgfältig wie möglich durch die Jahrhunderte hindurch vor allen Gefahren zu schützen. Man verbirgt dieses Urmeter in Paris in einem tiefen Kellergewölbe und fester hinter Schloss und Riegel, wie eine Weltbank ihre Goldbarren. Nur während einer Vereinigung der über den ganzen Erdball vertheilten

Mitglieder einer internationalen überwachenden Behörde kann man zu diesem kostbaren Gute gelangen, das in Wirklichkeit das Resultat einer Riesenarbeit ist, indem es ja mit Berücksichtigung kleiner zahlenmässig festsetzbaren Verbesserungen einen ganz bestimmten und bekannten Bruchtheil des Erdumfangs, einen gewissermassen in 40 Millionen Theile mit aller denkbaren Sorgfalt zerlegten Erdmeridian bedeutet.





Ueber die Verschiedenheiten der Wahrnehmung und Darstellung von Nebelflecken.

Herr Tempel, Astronom der Sternwarte zu Arcetri bei Florenz, hat unserer Zeitschrift einige seiner höchst sorgfältigen und kompetenten Darstellungen von Nebelflecken anvertraut, von denen wir eine Probe in der diesem Hefte vorgehefteten lithographischen Tafel geben.

Durch die Hinzufügung der Abbildungen, welche für dieselben Nebelflecke von anderen Beobachtern herrühren, will Herr Tempel, wie er es schon vielfach in sehr verdienstlicher Weise gethan hat, die kritische Beurtheilung derartiger Darstellungen fördern.

Er ist nämlich der Ansicht, dass bei der graphischen Nachbildung solcher zarten Erscheinungen sehr häufig blosse Spuren oder vielleicht ganz zufällige Andeutungen von besonders interessanten und regelmässigen Formen, z. B. von Ringen, von Spiralen und nach Art einer Schiffsschraube gewundenen Flügeln, wesentlich durch die Phantasie mancher Beobachter zu schönen und einleuchtenden Bildern entwickelt werden, welche dann irrige Vorstellungen von jenen fernen Welten erwecken.

Es wird für unsere Leser voraussichtlich von Interesse sein, an der Hand der vorliegenden Darstellungen diesen gewiss sehr beachtenswerthen Bedenken des Herrn Tempel zu folgen, wobei wir noch vorausschicken, dass das Vorkommen wirklicher Veränderungen der Gestalt und der Helligkeitsvertheilung bei solchen Nebelflecken innerhalb so kurzer Zeiträume, wie selbst mehrere Jahrzehnte in Betracht der enormen Dimensionen dieser so weit entfernten Gebilde bedeuten, fast ganz ausgeschlossen ist.

Betrachtet man zunächst die vier verschiedenen Darstellungen des mit a bezeichneten Nebelfleckes (Nr. 4892 des sogenannten Generalkataloges der Nebelflecke), so sieht man zunächst, dass die älteste Darstellung desselben durch J. Herschel noch recht unentwickelt ist. Bedeutend vollständiger und schärfer begrenzt ist diejenige von D'Arrest. Endlich lässt diejenige von Lord Rosse, ganz abweichend von den beiden vorerwähnten, sehr merkwürdige Details, insbesondere deutliche Ansätze von Spiral- oder Wirbel-Bildungen erkennen, welche sich an die von den beiden anderen Beobachtern gesehene fischförmige Gestalt anschliessen. Vergleicht man damit die links stehende, von Herrn Tempel selber herrührende Darstellung, so bemerkt man sofort, dass dieselbe die grossen Umrisse der übrigen Darstellungen in sich vereinigt, aber von den wirbelartigen Gebilden der Darstellung von Lord Rosse keine Spur mit Sicherheit erkennen lässt.

Dass diess nicht an einer geringeren Lichtstärke des Tempelschen Instrumentes liegt, kann man daraus abnehmen, dass Herr Tempel rechts neben dem grösseren Nebelfleck noch einen kleineren deutlich gesehen hat, von welchem die anderen Abbildungen keine Spur enthalten.

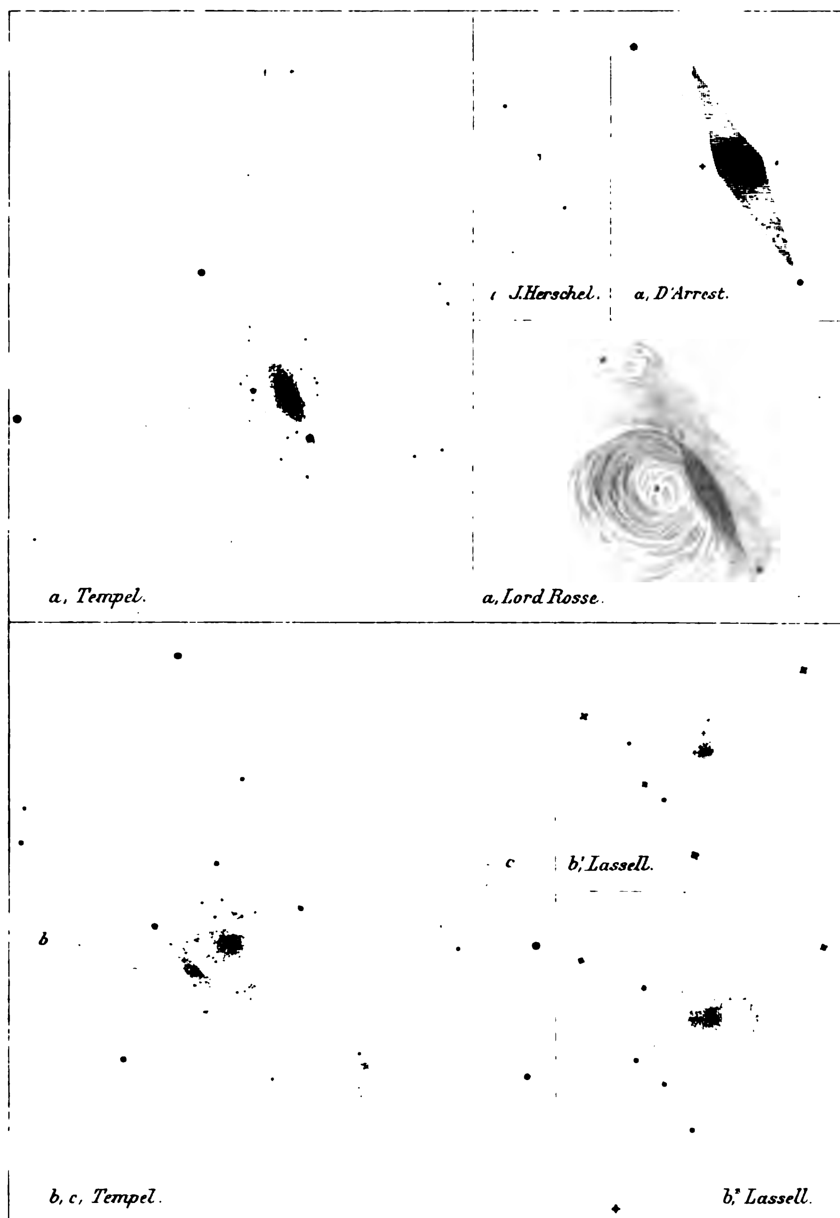
Ganz ähnlich scheint es sich hinsichtlich derjenigen beiden Darstellungen des mit b bezeichneten Nebelfleckes (Nr. 2890 des Generalkataloges) zu verhalten, welche von Herrn Lassell herrühren, wenn man dieselben mit der links daneben stehenden, von Herrn Tempel aufgenommenen Abbildung vergleicht. Auch hier wird die Stärke der optischen Mittel des Herrn Tempel dadurch bezeugt, dass die vier kleineren Nebelflecke, welche rechts und unterhalb von b stehen, von Lassell nicht wahrgenommen sind (was nicht sowohl aus den vorliegenden, auf eine kleinere Fläche beschränkten Darstellungen nach Lassell, sondern aus den Angaben von Lassell selber erhellt). Man sieht aber hier in der Tempelschen Darstellung wenigstens Spuren der spiraligen Linien, welche Lassell in so merkwürdiger Deutlichkeit hinzeichnet, während sonst bei Lassell von der ganzen Nebelmasse viel weniger gesehen worden ist. (Wir haben kaum nöthig, hierbei zu bemerken, dass die dunkelsten Partien aller dieser Abbildungen den hellsten Stellen am Himmel entsprechen.)

Die Abbildungen des Herrn Tempel und seine daran geknüpften Betrachtungen finden eine gewisse Ergänzung durch Darlegungen und Abbildungen, welche jüngst in den „Astronomischen Nachrichten“ von dem Direktor der Potsdamer Sternwarte, Herrn Prof. H. C. Vogel, veröffentlicht worden sind. Dort werden nämlich einige ausgezeichnet schöne Abbildungen von Nebelflecken, wie sie mit Hülfe des Herrn Vogel aus den photographischen Aufnahmen des ungarischen Astronomen Herrn v. Gothard hervorgegangen sind, mit anderweitigen Abbildungen derselben Nebelflecke, welche auf Grund von Wahrnehmungen mit dem Auge hergestellt wurden, insbesondere mit Abbildungen von Lord Rosse verglichen.

Diese Vergleichungen fallen aber etwas günstiger für die Abbildungen von Lord Rosse aus, als die von Herrn Tempel herrührenden; denn die photographischen Ergebnisse, welche von der ergänzenden Wirkung der Phantasie ganz frei geblieben sind, zeigen gerade von den interessanteren und merkwürdigeren Einzelheiten noch viel mehr als die Darstellungen von Lord Rosse. Doch bestätigt sich die Kritik des Herrn Tempel insofern, als diese Einzelheiten in den Abbildungen von Lord Rosse in einer merklich grösseren Regelmässigkeit, sozusagen mathematisch idealer, verlaufen, als in der von der Photographie sicherer wiedergegebenen Wirklichkeit, was ja auch ganz erklärlich ist. Jedenfalls enthüllt aber auch die zweifellosere photographische Darstellung die sehr merkwürdigen spiraligen Strukturen, welche in derartigen Nebelflecken vorkommen, mit grosser Deutlichkeit.

Hinsichtlich der von Herrn Tempel betonten starken Verschiedenheiten der Darstellungen ist übrigens im allgemeinen noch zu bemerken, dass neben den sehr erklärlichen kleinen Zuthaten und Idealisirungen, welche aus der Phantasie mancher Beobachter hervorgehen, und neben den Unterschieden, welche durch die grössere oder geringere Geschicklichkeit des Zeichners bedingt werden (Herr Tempel ist in letzterer Beziehung ein anerkannter Meister), auch noch andere erhebliche Einflüsse vorhanden sind, welche Verschiedenheiten der erwähnten Art verursachen können. Hierauf deuten auch schon die beiden etwas verschiedenen Darstellungen eines und desselben Objekts durch Lassell.

Bei der Wahrnehmung jener mitunter an der Grenze der Leistungsfähigkeit der Fernröhre stehenden feinsten Details kann es nämlich auch noch sehr wesentlich auf gewisse Besonderheiten der Beobachtungsmittel und -Umstände ankommen, und zwar nicht blos auf die summarische Lichtstärke des Fernrohres, sondern auf seine Leistungen hinsichtlich der Vereinigung der Lichtstrahlungen



Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith. Berlin.

en verschiedenen Wellenlängen, aus denen das Licht des Nebelflecks zu-
nengesetzt ist.

Ein grosses Spiegel-Instrument, wie dasjenige von Lord Rosse, kann ieser Beziehung ganz anders wirken, als ein noch so ebenbürtiges Linsenrohr, und auch verschiedene Fernröhre letzterer Gattung können sich bei verschiedenartig genug verhalten, um gerade bei dem Lichte der Nebele, welches aus sehr wenigen einzelnen und von einander der Wellenlänge in manchen Fällen recht verschiedenen Lichtarten zusammengesetzt ist, ichtlich der Abbildung der feinsten Einzelheiten erheblich abzuweichen, n sie auch sonst an Leistungsfähigkeit einander sehr nahe stehen.

Auch ist die Leistung eines Fernrohres hinsichtlich der Sichtbarmachung schwacher ausgedehnter Lichtflächen mitunter gerade infolge der vorhnten Umstände sehr verschieden von dem Grade seiner Leistung im Ge- sehr feiner Bild-Details. Auch die Stärke der angewandten Vergrösserung n bei solchen Vergleichungen verschiedener Arten der Leistungsfähigkeit nter eine Rolle spielen.

Schliesslich wird es auch bei der photographischen Aufnahme von sehr en Gebilden der in Rede stehenden Art von Bedeutung sein, wie sich die findlichkeit der Platte und die Abbildungsschärfe des Fernrohrs gerade ichtlich derjenigen verschiedenen Licht-Wellenlängen verhält, aus denen Licht eines Nebelflecks besteht; auch hierin könnte eine Quelle von kleiner eue selbst dieser sonst treusten Art der Wiedergabe solcher Erscheinungen n, zumal wenn die Intensität der verschiedenen Lichtarten an verschieen Stellen des Nebelflecks verschieden ist. W. F.



Ueber das Sternschwanken.

Von Fr. S. Archenhold in Berlin.

Das wechselvolle Spiel des scheinbaren Verlöschens und Wiederaufens der Sterne ist eine Erscheinung, die selbst dem gleichgültigsten Behter nicht entgehen kann. Der gestirnte Himmel erhält durch diese schnelle igkeitsschwankung des Lichtes, die zumeist von einem lebhaften Wechsel Farbe und einem scheinbaren kleinen Hin- und Herspringen der Sterne eitet ist, eine eigenartige Belebung.

Dieses Erzittern, Scintilliren oder auch Funkeln der Sterne genannt, ist sphärischen Ursprungs, abhängig von der Höhe der Gestirne über dem izonte, ihrer Helligkeit und der lichtzerstreuenden Kraft der Atmosphäre. interessanten Erklärungsversuche dieses Sternfunkelns von Arago, chi, Montigny u. A. mögen einer späteren Besprechung in dieser Zeitift vorbehalten bleiben.

Von diesem Phänomen, das bereits den Alten ein Unterscheidungsmerkmal Fixsterne von den in ruhigem, gleichmässigem Lichte erglänzenden Planeten ab, — ist das Phänomen des Sternschwankens wesentlich verschieden.

Alexander v. Humboldt war der erste und ein halbes Jahrhundert der einzige, der dies seltene Phänomen beobachtet hat. Er schreibt hierr in seinem Kosmos Bd. III. S. 73: „Es ist hier der Ort, wenigstens beiläufig r anderen optischen Erscheinung zu erwähnen, die ich auf allen meinen gbesteigungen nur einmal und zwar vor dem Aufgange der Sonne, den Junius 1799 am Abhange des Pics von Teneriffa, beobachtete. Im Malpays,

ohngefähr in einer Höhe von 10700 Fuss über dem Meere, sah ich mit unbewaffnetem Auge tief stehende Sterne in einer wunderbar schwankenden Bewegung. Leuchtende Punkte stiegen aufwärts, bewegten sich seitwärts und fielen an die vorige Stelle zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf lange vor dem Erscheinen der Sonnenscheibe am Meereshorizonte. Dieselbe Bewegung war in einem Fernrohr sichtbar; und es blieb kein Zweifel, dass es die Sterne selbst waren, die sich bewegten." Fast 50 Jahre später ist dieselbe Erscheinung genau an demselben Orte im Malpays, wieder vor Sonnenaufgang, von dem Prinzen Adalbert von Preussen mit blossen Augen und im Fernrohr beobachtet worden, ohne dass derselbe von Humboldts Beobachtungen unterrichtet war.

Zufolge einer Nachricht des Herrn Prof. Flesch (Berichte der Acad. d. Wissensch. zu Berlin 1851) sahen der Oberprimaner Keune und der Sattlermeister Thugutt in Trier zwischen 7 und 8 Uhr Abends am 20. Januar 1851 den Sirius bald auf-, bald abwärtsgehen, bald nach der linken, bald nach der rechten Seite hinschwanken, ja bisweilen sich im Kreise bewegen. Herr Keune sah, mit dem Kopfe an eine Mauer gelehnt, den Sirius in geringer Höhe über einem Hause stehen und hinter dem Dache desselben bald verschwinden, bald wieder zum Vorschein kommen. Die Beobachter glaubten zuerst, jenes bekannte Spielzeug der Knaben, einen fliegenden Drachen, mit einer brennenden Laterne versehen, vor Augen zu haben. Auch schien der Stern an Glanz bald zu-, bald abzunehmen, bisweilen sogar auf Augenblicke verschwunden zu sein, obgleich der Himmel heiter war.

Die folgenden Jahre 1852, 53, 54 bringen eine Reihe von Beobachtungen und Erklärungsversuchen des Sternschwankens, die in Jahns „Unterhaltungen für Dilettanten und Freunde der Astronomie, Geographie und Meteorologie" niedergelegt sind. Eine Besprechung jeder einzelnen dieser Beobachtungen würde uns hier zu weit führen und können wir um so eher hierauf verzichten, als Herr Schweizer[1]) an die Publizirung seiner mit Herrn Bredichin gemeinschaftlich ausgeführten Beobachtungen eine Discussion aller früheren Beobachtungen des Sternschwankens angeschlossen hat.

Es sind zumeist nur an Sternen unweit des Horizontes Schwankungen wahrgenommen worden. Entweder schienen die Sterne in einer horizontalen, beziehungsweise verticalen Richtung ruckweise eine Strecke weit bis zu einem Haltepunkte vorzugehen, hier eine Zeit lang zu verweilen und dann in grader Richtung dem Ausgangspunkte wieder zuzueilen, — oder Kreise, beziehungsweise Ellipsen von Durchmessern bis zu mehreren Vollmondbreiten zu beschreiben, — oder endlich, freilich etwas seltener, geschlängelte Linien nach verschiedenen Richtungen in geschlossenem Wege zurückzulegen.

Die Erscheinung ist, je nachdem sich der Stern auf die eine oder andere Weise bewegte, von den verschiedenen Beobachtern verglichen worden mit dem plötzlichen Niederfallen einer langsam aufgestiegenen Rakete, mit dem springenden Lichte einer in dunkler Nacht von einer ängstlich hin und hersuchenden Person getragenen Laterne oder, wie von dem Afrikareisenden E. Vogel, mit dem Lichte eines in stürmischer See auf- und abtänzelnden Leuchtschiffes.

Die folgenden Jahrzehnte sind arm an Beobachtungen des Sternschwankens, bis Herr Prof. Weyer in Kiel das Phänomen in diesem Sommer den Astronomen wieder in Erinnerung gebracht hat.[2]) Er sah den Antares

[1]) Bulletin de la Société des naturalistes de Moscau, nouv. Série. Moscau 1857 T. XXX. 2 p. 440—57 und 1858 T. XXXI. 1 p. 477—500.

[2]) Astronom. Nachr. Nr. 2841.

in einer Höhe von 4 bis 5 Grad (ein Grad ist nahe gleich zwei Vollmonds-Durchmesser) eine fast eben so viel Grade betragende seitliche Bewegung ausführen, verbunden mit einer geringen Auf- und Abwärtsbewegung. Im festen Fernrohr wurde hierauf von diesen Schwankungen nichts gesehen, während das unbewaffnete Auge gleich nachher wieder, wenn auch in schwächerem Grade als zuvor, die seitliche Bewegung wahrnahm. Der Beobachter bemerkt besonders, dass an jenem Abend seine Augen durch längeres Arbeiten ermüdet waren.

Herr Searle vom Harvand College Observatory in Amerika[3]) hat im September dieses Jahres an der Capella ein gleiches Schwanken beobachtet und gemeinsam mit Herrn Gerrisch festgestellt, dass der Sinn der von beiden zugleich gesehenen Bewegung zumeist verschieden war.

Wie lassen sich nun alle diese Beobachtungen erklären? Wir brauchen wohl nicht zu erwähnen, dass wirkliche Bewegungen der Sterne diesen akuten Ortsveränderungen nicht zu Grunde liegen können. Welche ungeheure Bewegung müsste schon der uns nächste Stern, der hellste im Bilde des Centauren, ausführen, um in wenigen Sekunden einige ganze Grade zu beschreiben, geschweige denn Sterne, deren Entfernungen für uns bis jetzt unmessbar sind.

Es bleibt nur zu untersuchen übrig, ob diese Bewegungen durch atmosphärische Zustände sich erklären lassen, oder ob sie rein persönlicher Natur sind. Wir werden beide Erklärungen zulassen müssen, um allen Beobachtungen gerecht zu werden. Herr Schweizer, der das Sternschwanken zu jeder Nachtzeit und in jeder Höhe über dem Horizont sehen konnte, wenn er nur den Stern einige Minuten lang fixirt hatte, glaubte alle Beobachtungen durch rein physiologische Wirkungen erklären zu können. Freilich werden sich in allen Fällen, wo das Schwanken nur mit blossem Auge, dagegen im Fernrohr nicht wahrgenommen werden konnte, die scheinbaren Bewegungen des Sternes durch die Annahme entsprechender unbewusster Bewegungen des Augapfels ungezwungen erklären lassen. Zu dieser Art gehören unbedingt alle Beobachtungen von Herrn Schweizer und die neueren von Herren Weyer und Searle. Bei den letzten insbesondere ist dies dadurch völlig evident gemacht, dass zwei Beobachter gleichzeitig verschiedene Bewegungen sahen.

Das unbewusste Spiel der Augenmuskeln, welches bei sehr ermüdetem Auge in krampfartiger Weise stattfinden kann, verursacht aber nur dann eine scheinbare Bewegung der Sterne am Nachthimmel, wenn nicht gleichzeitig im Gesichtsfelde feste und deutliche Anhaltspunkte vorhanden sind, von deren Unbeweglichkeit man instinktiv überzeugt ist. Die subjektiven Täuschungen gehen in dieser Beziehung sogar soweit, dass Himmelsobjekte, die man durch einen ziemlich gleichmässigen Wolkenschleier sieht, zu schwanken scheinen, während die Wolkenfläche ruhig zu bleiben scheint, und erst dann, wenn sich in der Nähe des Himmelsobjektes sehr deutliche Wolkenkonturen befinden, sieht man, dass das Bild der Wolke mit im Schwanken ist, und dass es eine Urtheilstäuschung war, wenn vorher die gleichmässige Wolkenschicht zu ruhen und bloss der Mond oder die Sterne zu schwanken schienen.

Sobald man sich dieses Mitschwankens der Wolken bewusst geworden ist, weis man natürlich sofort, dass die ganze Bewegung eine Augentäuschung ist, weil derartige schnell hin- und hergehende Wolkenbewegungen in Wirklichkeit nicht vorkommen.

Es ist sogar beobachtet worden, dass der Vollmond, welcher durch eine Schicht von ganz gleichmässigen Schäfchenwolken gesehen wurde, um mehrere

[3]) Astronom. Nachr. Nr. 2863.

Grade hin- und hersprang, während die Wolken zu ruhen schie nen und erst bei starker Conzentration der Aufmerksamkeit sah der Beobachter, dass die Schäfchen-Umrisse, in deren unmittelbarer Nähe der Mond sich befand, dieselbe Schwankung miterfuhren und diese Bewegung der Schäfchen wegen der gleichmässigen Vertheilung derselben nur nicht gesondert empfunden wurde.

Sind hingegen im Fernrohr dieselben Schwankungen wie mit blossem Auge wahrgenommen worden, so sind sie durch atmosphärische Wallungen oder schnell veränderliche Kimmungen, hervorgerufen durch die verschieden warmen Luftströmungen, zu erklären.

Hierher gehören A. v. Humboldts, des Prinzen Adalbert und die in Jahns Unterhaltungen niedergelegten Beobachtungen des Herrn v. Parpart, der, je nachdem er seinen Standpunkt hinter einer mit dichtem Rohr bewachsenen Insel oder frei nahm, die Wega schwanken sah oder nicht. Dieses objektive Sternschwanken ist weit seltener als das subjektive und tritt, an eine besondere Oertlichkeit gebunden, zumeist kurz vor oder nach Sonnenuntergang ein.

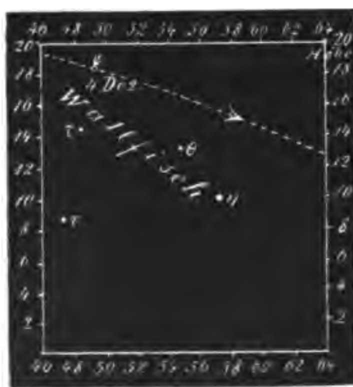
Die beiden, äusserlich ähnlichen aber ursächlich ganz verschiedenen Erscheinungen, denen man vielfach unnöthigerweise durch Unterlegung einer und derselben Erklärung Zwang angethan hat, sind jede für sich interessant genug, um weitere Beachtung zu rechtfertigen. Gerade deshalb haben wir geglaubt, an dieser Stelle darauf aufmerksam machen zu sollen.



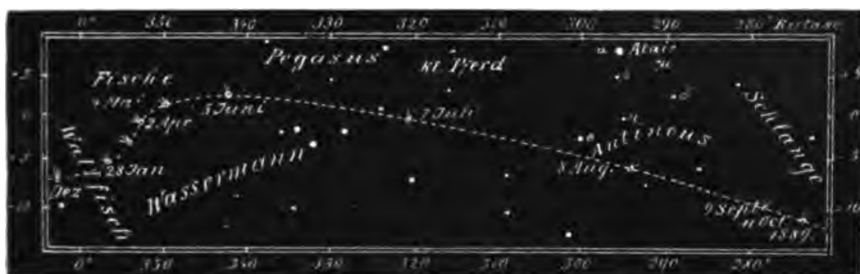
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Dezember.

Der am 2. Septbr. von Barnard entdeckte Komet (s. Novemberheft S. 122) scheint nach den vorliegenden Beobachtungen nicht so hell werden zu wollen, als es nach seinen Bahnelementen zu schliessen war. Bei der Entdeckung von der Helligkeit eines Sternes nur 11. Grösse, war er am 1. October nicht über die von $10^1/_2$ hinausgewachsen; die den Kern umgebende Nebelhülle wurde auf 3 Minuten im Durchmesser geschätzt, und gegenwärtig ist ein kurzer Schweifansatz bemerkbar; da die Entwickelung der Kometen aber erfahrungsgemäss meist zur Zeit ihrer Sonnennähe eine lebhaftere wird, und der Barnardsche Komet diesen Stand erst Ende Januar erreicht, so werden physische Beobachtungen, die jetzt von den Sternwarten fast ganz fehlen, noch zu erwarten sein. Positionsbestimmungen sind auf zahlreichen Observatorien, zu Palermo, Strassburg, Hamburg, Dresden, Königsberg, Rom, Bordeaux, Besançon, Berlin, Kiel, Madison, Mount Hamilton u. m. a. gemacht worden. — Unsere Karte zeigt die Stellung des Kometen

Stellung des Barnardschen Kometen
gegen den Horizont
im Dezember 12 Uhr Nachts.



im Dezember, geltend für den Berliner Horizont, 12 Uhr Nachts. Anfangs dieses Monats ist der Komet besonders leicht zu finden: über ihm, kaum 6 Grad höher, steht nämlich der bekannte veränderliche Stern „Mira“ des Wallfisches. Das zweite Kärtchen verfolgt die scheinbare Bahn des Gestirnes bis zu seinem Verschwinden im October nächsten Jahres; um diese Zeit wird die Helligkeit wieder zu jener herabgesunken sein, die der Komet bei seiner Entdeckung besessen hat.



Lauf des Kometen Barnard
vom Dezember 1888 bis zu seinem Verschwinden im Oktober 1889.

Ein neuer Komet ist übrigens von Barnard am 30. October aufgefunden worden. Nach den vorliegenden rohen Bahnelementen tritt derselbe Anfang Dezember wenig nördlich vom Sterne λ der Wasserschlange in das Sternbild des Sextanten; er wird gegenwärtig der 10. Grösse gleichgeschätzt und bildet einen Nebel von 2 Minuten Durchmesser. Da seine Sonnennähe schon am 9. September erreicht war, nimmt seine Helligkeit bereits ziemlich ab.

Die auf den nächsten Neujahrstag fallende totale Sonnenfinsterniss hat für die Bewohner Europas kein Interesse, wohl aber für jene der Vereinigten Staaten und des englischen Nordamerika; zu San Francisco wird man sie um halb 2 Uhr Nachmittags wahrnehmen und die grosse Sternwarte auf dem Mount Hamilton dürfte sich ihre Beobachtung kaum entgehen lassen.

Schliesslich richten wir die Aufmerksamkeit unserer Freunde des Himmels auf das bisweilen zahlreichere Erscheinen von Sternschnuppen zwischen dem 1. und 14. Dezember, auf die sogenannten „Geminiden“. Nach Denning ist das Maximum dieses zuerst von Greg bemerkten Schwarmes am 10. Dezember zu erwarten; der Hauptausgangspunkt liegt nahe dem Sterne Castor in den Zwillingen.





Luftschiffahrt und Meteorologie.*) Das Schauspiel einer Ballonauffahrt besitzt heutzutage durchaus nicht mehr den Reiz der Neuheit, seitdem dasselbe vieler Orten als regelmässige Nummer in das Programm der Sonntagsvergnügungen aufgenommen worden ist; wie wenigen der Zuschauer mag jedoch dabei der Gedanke aufdämmern, dass die Erfindung Montgolfiers und Charles' viel erhabeneren Zwecken, als dem, einem unterhaltungsbedürftigen Publikum einen interessanten Anblick zu gewähren, die wichtigsten Dienste zu leisten berufen ist. Die Meteorologie hauptsächlich hat von einer verständnissvollen Anwendung des Luftballons die denkbar grösste Förderung zu erwarten, da die Kenntniss der Zustände in den höheren Schichten der Atmosphäre die Lösung vieler Probleme herbeizuführen vermag, denn die Beobachtungen auf Berggipfeln können allein das fehlende Material aus dem einfachen Grunde nicht liefern, da sie noch zu sehr von der Nähe der Erdoberfläche und vielen, den Gebirgen eigenen Besonderheiten der Luftströmungen beeinflusst werden, um die aus ihnen erlangten Resultate ohne weiteres als die in gleicher Höhe in der freien Atmosphäre thatsächlich stattfindenden hinzustellen. So hätte denn bald nach seiner Erfindung der Luftballon für die Meteorologie der werthvollste Apparat werden müssen; merkwürdiger Weise jedoch geschah nach viel versprechenden Anfängen bei den zahlreichen Auffahrten Jahrzehnte lang so gut wie nichts für wissenschaftliche Zwecke, und erst in den Jahren 1862 bis 1865 machten Glaisher und Welsh eine Reihe von Fahrten in der ausschliesslichen Absicht, speciell die Temperaturverhältnisse der höheren Luftschichten genauer zu untersuchen. Bis jetzt ist man auf ihre Resultate noch immer fast einzig angewiesen, trotzdem sie nicht ausreichen, um für die verschiedenen Witterungscharaktere in der warmen und kalten Jahreszeit ein zutreffendes Bild von der Temperaturänderung mit der Höhe entwerfen zu können. In den letzten Jahren hat sich endlich das Verständniss für die Nothwendigkeit planmässiger meteorologischer Beobachtungen auf Luftfahrten allerorten Bahn gebrochen, und auch von Seiten der zur Königl. preussischen Militärluftschiffer-Abtheilung gehörenden Officiere wird den meteorologischen Fragen das regste Interesse entgegengebracht, doch liegen die Interessen der Militäraëronautik denen der Meteorologie zu fern, um von ersterer eine Lösung meteorologischer Probleme erwarten zu können.

Es ist daher um so höher zu schätzen, dass im Laufe dieses Jahres, unseres Wissens zum ersten Male, von Berlin aus eine Auffahrt unternommen wurde, um bei einer bestimmten Wetterlage die Vertheilung der Temperatur nach der Höhe mit den neuesten Apparaten und nach exakten Methoden zu untersuchen, da eine grössere Genauigkeit der Zahlenwerthe sehr wünschens-

*) Nach einem Vortrag, gehalten von Dr. Kremser, in der Meteorologischen Gesellschaft zu Berlin.

werth erscheint, und man jetzt in der Lage ist, die grosse Anzahl der Fehlerquellen, welche einer Ermittelung der wahren Lufttemperatur im Ballon die grössten Hindernisse bieten, völlig beseitigen zu können. Es erschien zunächst wesentlich, nur ein bestimmtes Phänomen näher zu untersuchen, und nicht durch die Menge verschiedenartiger Beobachtungen die Zuverlässigkeit derselben auf ein viel geringeres Mass herabzudrücken. Als erstes Untersuchungsobjekt einer Reihe von Witterungszuständen sollte das Verhalten der Temperatur und Feuchtigkeit in den höheren Luftschichten während eines sommerlichen Luftdruckmaximums untersucht werden. Die Fahrt fand am 23. Juni 1888 statt, und hat sehr beachtenswerthe Resultate geliefert.

Der von dem Ingenieur Herrn von Siegsfeld aus eignen Mitteln hergestellte Ballon war nach den neuesten Erfahrungen der Ballontechnik construirt, sein Durchmesser betrug ca. 14 m, sein Volumen 1536 Kbm; er vermochte ca. 1000 Kgr Leuchtgas zu fassen, die von ihm verdrängte Luftmenge wog demnach ca. 2000 Kgr. Die Beobachtungen wurden von Herrn Dr. Kremser, Mitglied des Königl. preussischen meteorologischen Instituts mit Unterstützung des Herrn von Siegsfeld ausgeführt, während die Führung des Ballons der bewährten Kraft des Luftschiffers Herrn Opitz anvertraut war. Die Auffahrt erfolgte um 9¼ Uhr Morgens von der Schöneberger Gasanstalt bei Berlin, bei mässigem Ostwinde und völlig heiterem Himmel. Das Gebiet höchsten Luftdrucks lag im Nordwesten, und erstreckte seinen Einfluss über ganz Centraleuropa. Der Ballon bewegte sich in fast genau westlicher Richtung mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 9.7 m pro Sekunde fort, passirte um 2 Uhr Nachmittags Gardelegen, und gelangte um 4 Uhr Nachmittags in die Gegend von Celle, woselbst bei Bunkenburg die Landung unter den durch starken Wind aufs äusserste gesteigerten Schwierigkeiten bewerkstelligt wurde, indem die Insassen eine Viertelstunde lang von dem schon entleerten Ballon durch Wald und Feld geschleift wurden, ohne indessen Schaden zu nehmen. Sämmtliche Instrumente bis auf das Quecksilberbarometer, welches nur einen unbedeutenden Sprung im Glasrohre erhielt, wurden zerbrochen, und die gewaltige lebendige Kraft der dahinfliegenden Gondel richtete im Walde unter den Baumstämmen die schlimmsten Verheerungen an.

Für die Vergleichung der in der Höhe gemachten Beobachtungen war es von grossem Werthe, dass durch die zu Berlin und Hamburg funktionirenden Registrirapparate Temperatur und Luftdruck an der Erdoberfläche in der in Betracht kommenden Gegend genau bekannt waren, ausserdem lieferte die meteorologische Station Gardelegen eine Mittagsbeobachtung direkt unterhalb des Ballons, es konnte sonach die tägliche Periode der meteorologischen Elemente genau berücksichtigt werden. Als wesentlichstes Resultat ergab sich zunächst die Thatsache, dass alle früheren Temperaturbeobachtungen im Ballon mit Vorsicht zu verwenden sind, da die ausserordentliche Sonnenstrahlung die Thermometer aufs äusserste beeinflusst. Zwar hatten schon Welsh und Glaisher ein Thermometer angewendet, das durch silberne Umhüllungen und Anwendung bewegter Luft vor Strahlungswirkungen möglichst geschützt war; aber das hier verwendete, von Herrn Dr. Assmann von seinen Vorgängern unabhängig erfundene Aspirationsthermometer erwies sich als besonders zweckmässig, indem es durch seine compendiöse Form gestattete, Ablesungen weit ausserhalb der Gondel zu machen. Wiewohl die Ablesungen der Temperatur an dem 2 m von der Gondel entfernten Thermometer gemacht wurden, war ja dennoch eine Einwirkung des Ballons auf dasselbe immerhin denkbar; zur Controle wurde daher mit einem Fernrohre ein auf einem 11 m langen Bambusstabe angebrachtes zweites Aspirationsthermometer abgelesen,

ein merklicher Unterschied in den Ablesungen aber nicht wahrgenommen Welche Differenzen in den Ablesungen aber möglich sind, zeigt die Thatsache, dass ein gewöhnliches Thermometer, welches neben dem Aspirationsthermometer angebracht war, meist 5—7° C. höher zeigte, das Thermometer am Quecksilberbarometer zwischen 18—22° schwankte und ein im Inneren des Ballons angebrachtes Luftthermometer, welches in der Gondel durch eine sinnreiche Einrichtung abgelesen werden konnte, Temperaturen bis zu 58° C. erreichte. Während bei der Abfahrt am Erdboden 24° C. abgelesen wurden, ergaben die Ablesungen (Mittel aus mehreren Beobachtungen) in 1763 m 9,6°, 2300 m 7,6°, 2400 m 6,8°, in 2420 m Höhe war 5,5° die niedrigste während der Fahrt beobachtete Temperatur.

Hieraus ergiebt sich, mit Berücksichtigung der täglichen Periode an der Erdoberfläche die Abnahme der Temperatur mit der Höhe für folgende Intervalle auf je 100 m. nach

	Höhe	Abnahme		Höhe	Abnahme
Kremser:	0 — 1134 m	0,99°	Glaisher:	492 m	0,88°
	1134 — 1763 m	0,83°		1475 m	0,60°
	1763 — 2250 m	0,75°		2459 m	0,49°
	2250 — 2405 m	0,41°		3442 m	0,42°

Die Zahlen von Kremser zeigen also anfangs eine viel schnellere Abnahme der Temperatur mit der Höhe, und nähern sich erst in grösserer Höhe den Werthen von Glaisher, wobei jedoch zu beachten ist, dass die Angaben Glaishers Mittelwerthe aus einer grösseren Anzahl Sommerfahrten sind, ohne Sonderung für bestimmte Wetterlagen.

Da auch das feuchte Thermometer abgelesen wurde, konnte die Luftfeuchtigkeit ebenfalls untersucht werden. Trotz der grossen Trockenheit war der häufige Wechsel sehr auffallend. So wurde bei gleichmässigem Dahinfliegen in 2400 m Höhe einmal beobachtet eine relative Feuchtigkeit von 47 %, einige Minuten später eine solche von 8 %, worauf in etwa 200 m Entfernung bald darauf plötzlich Wolkenbildung eintrat. Dieser plötzliche Wechsel, der auch auf anderen Fahrten beobachtet worden ist, erklärt sich wohl dadurch, dass in dieser Höhe der absteigende Luftstrom des Maximums von dem, von der erwärmten Erdoberfläche aufsteigenden dampfreicheren Luftstrom säulenartig durchsetzt wird. Die von der Erdoberfläche ausgehende Strömung machte sich auch in anderer Weise fühlbar, indem jeder grössere Waldkomplex und jede Wasseransammlung dem Ballon eine Tendenz zum Sinken gab und ihn aus seiner gradlinigen Bahn ablenkte. Diese seltsame Erscheinung erklärt sich ungezwungen aus dem Umstande, dass über Wald und Wasser im Sommer eine kleine anticyklonale Luftbewegung stattfinden muss, welche den Ballon in der beschriebenen Weise bewegt; im Winter findet das umgekehrte statt. Dieser Einfluss wird in mehr als 2000 m Höhe aber schon sehr gering.

Es wird nun von äusserstem Interesse sein, die Fortsetzung dieser wissenschaftlichen Luftreisen genannter Herren kennen zu lernen. Zunächst ist eine Auffahrt während eines winterlichen Luftdruckmaximums in Aussicht genommen, welche sicherlich ganz neue Resultate ergeben wird, da der Charakter dieser Maxima im Winter und Sommer ein sehr verschiedener ist. Während einer solchen Luftdruckvertheilung in der kalten Jahreszeit sind jedoch Temperaturbeobachtungen im Ballon bisher noch nicht gemacht worden.

W.



Warme Winde in Grönland. An den meteorologischen Stationen der Westküste Grönlands werden fast in jedem Winter eine oder mehrere Perioden von mehrtägiger Dauer beobachtet, während welcher die Temperatur plötzlich die normale Wintertemperatur um 20 und mehr Grad C. überschreitet, trotzdem die Winde meist aus östlicher Richtung, also aus dem unter ewigem Schnee und Eis begrabenen Binnenlande stammen. Diese seltsame Erscheinung, zu deren Erklärung man früher schon die Theorie des Föhns herbeizog, indem die Ostwinde, das grönländische Binnenland übersteigend, an der Westküste sich durch Herabsinken erwärmen sollten, findet jetzt durch eine Untersuchung A. Paulsens (de milde Vinde om Vinteren i Grönland, Geogr. Tidskrift IX, pag. 100) eine ganz ungezwungene Aufklärung. Denn da die Föhnerscheinungen stets nur lokal beschränkte bleiben können, da zur Hervorbringung derselben das Herabsinken der Luft an einem steilen Gebirgsrücken erforderlich ist, kann man ein so ausgedehntes Gebiet wie ganz Grönland nicht wohl als Gebirgsrücken betrachten. Die Vergleichung der Mitteltemperaturen sämtlicher Winde in den Wintermonaten zeigt nämlich, dass, wenn ganze Monate verglichen werden, der Südwind am wärmsten, aber feucht ist, während der Ostwind etwas weniger warm aber trocken ist. Da bei dem Eintritt der warmen Winde gleichzeitig das Barometer stets im Fallen begriffen ist, so können dieselben nur von dem Meere herstammen. Wenn nämlich das Centrum einer Cyklone südlich von Cap Farewell vorübergeht, so weht der Wind ursprünglich aus Süd, ändert aber wegen der spiralförmig nach dem Centrum gerichteten Bewegung der Winde in einem Luftwirbel allmählich seine Richtung in der Weise, dass er für die mehr nördlich gelegenen Stationen mehr und mehr aus Osten weht. Diese Krümmung der Windbahnen erzeugt die Täuschung, als ob der Wind direkt aus dem schneebedeckten Binnenlande stammte, während sein Ursprung vielmehr im Süden zu suchen ist. Dass diese Erklärung die richtige ist, geht auch daraus hervor, dass von den vier untersuchten Stationen: Ivigtut, Godthaab, Jakobshavn und Upernivik, welche vom 61—73° n. Br. an der Westküste vertheilt sind, die nördlicheren den Eintritt der warmen Winde stets etwas später als die südlicheren zu verzeichnen haben. Uebrigens kommt eine föhnartige Erwärmung des Ostwindes in begrenztem Masse dadurch zu stande, dass der zum Ostwind gewordene Südwind seine Feuchtigkeit beim Aufsteigen an den hohen Inseln und Fjorden des Westens verliert, und warm und trocken an der Westküste anlangt, während der direkt aus Süd die Küste treffende Wind noch keine Veranlassung zum Abgeben seines mitgeführten Wasserdampfes gehabt hat, daher als feuchtwarmer Wind erscheinen muss. W.



Ueber den muthmasslichen Zusammenhang der mikroseismischen Erderschütterungen mit dem Luftdruck und Winde. Unser Erdboden, welchen wir, abgesehen von den grossen, die Menschheit zeitweise erschreckenden Katastrophen — den Erdbeben — gewöhnlich als das Symbol des absolut Festen und Unveränderlichen betrachten, ist weit öfter von Erschütterungen heimgesucht, als man gemeinhin annimmt. Die Erschütterungen, von denen hier die Rede ist, sind aber wenig bedeutend; sie erreichen nur ein so geringes Mass, dass sie in den meisten Fällen der unmittelbaren Wahrnehmung unzugänglich bleiben, und nur mit den verfeinerten Hülfsmitteln, welche die moderne Technik der Wissenschaft darbietet, ist es in der Neuzeit gelungen, die leisesten, unsere Erdrinde durchzuckenden Puls-

schläge — die sogenannten mikroseismischen Beben — zu entdecken und ihrer Natur nach näher zu erforschen. Ein solches Hilfsmittel ist der Seismograph, ein die feinsten Bewegungen des Erdbodens selbstthätig registrirender Apparat, welcher vor einigen Jahren zuerst in Japan zur Anwendung kam, und den selbst in den Dienst der Technik zu stellen, jüngst in England mit Erfolg versucht worden ist. Ewing hat den Doppelpendel-Seismograph (Proc. of the Roy. Soc. of Lond., No. 270, 1888) zur Prüfung der kleinen Vibrationen benutzt, welche technische Konstruktionen unter dem Einflusse äusserer mechanischer Störungswirkungen ausgesetzt sind, so unter andern die neue Tay-Brücke beim Passiren eines Eisenbahnzuges oder beim Anprall des Sturmwindes, und es sind hierbei hochinteressante Aufzeichnungen erzielt worden, die aus einem vielfach verschlungenen Kurvenzug bestehen. Bei näherer Untersuchung können dieselben vielleicht sehr wesentliche Beiträge für die Beurtheilung der Stabilität der Bauwerke liefern.[1]

Einen anderen, mehr der reinen Wissenschaft angehörigen Erfolg, verdankt man gleichfalls diesem Seismographen. Wie aus einer Schrift von Prof. Milne: „Ueber die Erdbeben in Centraljapan" (Transact. of Seismolog. Soc. of Japan, Jokohama 1887, Bd. XI) hervorgeht, ist dieser Forscher zu dem Ergebniss gelangt, dass die mikroseismischen Bodenerschütterungen bezüglich ihrer Häufigkeit und Stärke in einem eigenthümlichen Zusammenhange mit den jeweiligen Aenderungen in der Vertheilung des Luftdrucks auf der Erdoberfläche stehen. In Japan, dessen Boden ein ausgiebiges Feld für derartige Untersuchungen bietet, fanden unter 177 solcher Erschütterungen 72 bei hohem und 105 bei niedrigem Luftdruck statt; und es ergab sich weiter, dass ganz allgemein die Wahrscheinlichkeit des Eintritts einer solchen Erschütterung mit der plötzlichen Abnahme des auf der Erde lastenden atmosphärischen Druckes wächst.

Die nahe Beziehung zwischen Barometerdruck und den Luftströmungen führte nun unmittelbar zur Annahme eines Zusammenhanges der letzteren Vorgänge mit den bezeichneten Phänomenen, und hierauf gerichtete Untersuchungen waren von Erfolg begleitet. Es ergab sich, dass bei Windstille die Wahrscheinlichkeit einer Erschütterung des Bodens nur 0,07, bei Wind aber 0,52 ist, und dass sich dieselbe mit zunehmender Windstärke steigert. Bei orkanartigem Sturme trat fast regelmässig ein Beben ein. Niemals oder doch nur selten wurden dagegen Bodenschwankungen bemerkt, wenn der Wind von dem Ocean herwehte. Wie ferner die Beobachtungen auf dem Fujinoyama lehren, ist das Beben auf hohen Berggipfeln nicht minder stark als in den Ebenen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die überwiegende Mehrzahl dieser mikroseismischen Schwankungen direkt durch den Druck des Windes auf den nachgebenden, elastischen und folglich vibrirenden Erdboden erzeugt wird; eine kleine Zahl mag unterirdischen Ursprungs sein, aber sie sind alsdann weniger intensiv und von kürzerer Dauer. Ihr einziger Berührungspunkt mit den wirklichen Erdbeben besteht darin, dass sie ebenfalls im Winter am häufigsten und im Sommer am seltensten auftreten.

Wenn weitere Beobachtungen diese von Milne erzielten Ergebnisse bestätigen sollten, so wird man hieraus sehr wichtige Aufschlüsse über die Structurverhältnisse der Erdrinde erwarten dürfen. Da keine der uns bekannten Substanzen eine absolute Starrheit besitzt, sondern unter der Wucht genügend grosser Druckkräfte mehr oder minder eine Formveränderung erleiden muss, so wird unsere Erde, trotz des hohen Grades der Festigkeit, die ihr nach dem Urtheile der englischen Geophysiker Sir William Thomson und G. H. Darwin durchgehend eigen sein soll, dennoch soviel Elasticität und Plasticität besitzen,

dass sie nicht nur dem deformirenden Einfluss der anziehenden Himmelskörper ausgesetzt ist, sondern auch den verhältnissmässig so geringfügigen lokalen Druckwirkungen der auf ihr in ungleicher Vertheilung lastenden Atmosphäre in noch messbarem Grade nachgiebt. Diese, auf Grund der Theorie schon vor einigen Jahren von G. H. Darwin ausgesprochene Ansicht (Phil. Mag. of Lond. series 5, Vol. 14, 1882) scheint durch die neueren Resultate von Prof. Milne, denen sich übrigens auch ähnliche von Bertelli und M. S. de Rossi (in seiner Meteorologia endogena II, 1882 Milano) in Italien zur Seite stellen lassen, vollauf Bestätigung zu finden.

Sch.



Modelle der Oceanbetten. Auf der diesjährigen Ausstellung der amerikanischen Küsten-Vermessung zu Cincinnati befanden sich unter den sonstigen von dem hydrographischen Amt der Vereinigten Staaten eingesandten Gegenständen auch zwei interessante Objecte, welche die Aufmerksamkeit der Besucher ganz besonders auf sich lenkten. Es waren dies zwei Thonmodelle, welche das submarine Bodenrelief des atlantischen Oceans und dasjenige des Caraibischen Meeres plastisch veranschaulichen. Hergestellt sind dieselben unter Berücksichtigung der neuesten Tiefseevermessungen nach Karten, die von dem Commodore J. R. Bartlett und Lieut. J. L. Dyck, dem ehemaligen, bezüglich dem jetzigen Leiter des hydrographischen Amtes revidirt worden sind. Das erste Modell zeigt die Gestaltung des Seebodens des atlantischen Oceans von 60° nördl. bis 40° südl. Breite, d. h. von Grönland bis zu den unbekannten antarktischen Regionen, und umschliesst das mittelländische Meer im Osten, das Caraibische Meer nebst einem Theil des Golfes von Mexiko im Westen. Vieles befindet sich auf demselben, was den Laien mit Erstaunen erfüllen muss, z. B. die bedeutende Höhe der gleichsam wie steile Kegel aus dem Meeresboden herauswachsenden Eilande. Solche Modelle würden für Unterrichtszwecke von grossem Werth sein. Denn während an der Hand der Tiefseekarten der erfahrene Hydrograph sich mit den Gestaltungsverhältnissen der Oceanbecken wohl vertraut machen kann, wird die grössere Laienwelt hierbei Schwierigkeiten begegnen; vermittelst des Modells dagegen kann sich ein Jeder leicht eine klare Vorstellung von diesen Verhältnissen verschaffen.

Schw. (Auszug aus dem Journal of science.)



Die Elektricität des Himmels und der Erde von Dr. Alfred Ritter von Urbanitzky, Wien, Pest, Leipzig; A. Hartlebens Verlag, 1888. Vollständig in 20 Lieferungen à 60 Pf.

Der Verfasser, bekannt durch sein sehr verbreitetes Werk „Die Elektricität im Dienste der Menschheit“, hat sich in dem vorliegenden Werke die Aufgabe gestellt, die hochinteressanten elektrischen und magnetischen Erscheinungen, welche sich in der Natur abspielen, dem Leser in eingehender und dabei doch übersichtlicher und allgemein verständlicher Weise vorzuführen. Die beiden ersten Hefte geben eine physikalische Einleitung; es werden hier die wichtigsten Grundlehren aus dem Gebiete der Elektricität und des Magne-

tismus behandelt, und die Messinstrumente, soweit sie für das Folgende in Betracht kommen, erklärt, unter andern die berühmten Versuche von Planté mit seiner rheostatischen Maschine, welche ganz besonders geeignet sind, so manche elektrische Naturerscheinung verständlich zu machen. Nach einem historischen Ueberblick, in dem die Kenntnisse der alten Völker über die Gewittererscheinungen im Vergleiche zu jenen des Mittelalters und der Neuzeit betrachtet werden, wendet sich der Verfasser zur Behandlung dieser Phänomene auf Grundlage des gegenwärtigen Standes der Wissenschaft. Wir werden mit den Methoden und Apparaten, welche Thomson, Mascart und Palmieri zum Studium der Luftelektricität angewandt haben, vertraut gemacht, wobei die unmittelbare Einführung des Lesers in das Observatorium des letzten Forschers — an der Hand zweckmässiger Illustrationen — ganz besonders zur Belebung der Darstellung und zur Anregung beiträgt. Hieran reihen sich die Versuche, welche zur Erklärung der atmosphärischen Elektricität bisher unternommen worden sind, die Erfahrungen, welche zu Gunsten der Kondensations- und der Reibungshypothese sprechen, sowie die neusten Untersuchungen von Larroque, die eine Vermittlung zwischen den Theorien zu erkennen geben. Dem weiteren Kapitel über das Gewitter geht eine detaillirte Betrachtung über Form, Aussehen und Verhalten der Gewitterwolken voraus. In Hinblick auf den bedeutenden Erfolg, welcher in Bayern und Württemberg durch die Organisirung eines regelrechten Gewitterbeobachtungsdienstes unter Betheiligung des grösseren Publikums erzielt worden ist, sucht der Verfasser in dem folgenden Abschnitte unter Hinweis auf die Vortheile, welche die Wissenschaft von einer genauen Kenntniss der zeitlichen und örtlichen Vertheilung dieser atmosphärischen Erscheinungen zu erwarten hat, weitere Kreise hierfür zu interessiren und zu thätiger Mitwirkung anzuregen. Auch jene Vorgänge, welche mit den elektrischen Entladungen der Atmosphäre im Zusammenhang stehen, oder für welche ein solcher Zusammenhang vermittelt wird, finden eingehende Behandlung. Nachdem der Verfasser diesen Haupttheil seines Werkes mit Erläuterungen über Blitzgefahr und Blitzschutzvorrichtungen beendet hat, wendet er sich dem Erdmagnetismus, dem Erdstrom und den Polarlichterscheinungen zu. Auch hier wird bei dem Leser das Interesse für den Gegenstand dadurch gesteigert, dass er unmittelbar mit den Einrichtungen des berühmten erdmagnetischen Observatoriums zu Saint-Maur bekannt gemacht wird, sowie in Bezug auf den Erdstrom mit denjenigen zu Pawlowsk bei Petersburg, wo Wild seit einer Reihe von Jahren eine für die Wissenschaft hochbedeutsame Thätigkeit entfaltet. Bei der Behandlung dieses Kapitels muss es aber befremdend erscheinen, dass der Verfasser, während er den neueren Betrachtungen von Naumann über die Abhängigkeit des Erdmagnetismus von dem geologischen Bau der Erdrinde und dem Gesteinsmagnetismus durch eingehende Besprechung gerecht zu werden sucht, nur ganz nebensächlich einmal auf die causalen Beziehungen zwischen den elektromagnetischen Erscheinungen der Erde und den solaren Vorgängen hinweist. Gründen sich diese Beziehungen zur Zeit im wesentlichen auch nur auf einer Nebeneinanderordnung zweier anscheinend weit auseinander liegender Erscheinungskreise, so liegt doch viel Wahrscheinlichkeit vor, dass diese Phänomene, welche man bislang nur für solche von blos lokaler Bedeutung hielt, nicht nur von irdischen, sondern auch von kosmischen Verhältnissen sich abhängig erweisen werden. Vielleicht wird der Verfasser sich diesen Gegenstand einer weiteren Behandlung vorbehalten wollen und dadurch den Cyclus seiner Werke zum Abschluss bringen, welche dann das ganze ausgedehnte Gebiet einer noch vielfach geheimnissvollen Naturkraft zu einem grossen und umfassenden Gesamtbilde vereinigen werden. Für

Bemühungen des Verfassers, durch sein Werk einem grösseren Kreise egenheit zu bieten, sich über die neuen Errungenschaften einer schwierigen ciplin zu unterrichten, wird man ihm allgemein Dank schuldig sein.

Dr. P. Schwahn.



churig, „Tabulae Caelestes" Himmelsatlas enthaltend alle mit blossen Augen sichtbaren Sterne beider Hemisphären. — Leipzig 1886, Karl Fr. Pfau. Preis kartonirt 3 M.

lesser, Sternatlas für Himmelsbeobachtungen. Darstellung aller bis zum 35. Grade südlicher Deklination mit blossen Augen sichtbaren Sterne etc. Eine grosse Uebersichtskarte und 26 Spezialkarten mit 12 Bogen erläuterndem Text und 37 Abbildungen. St. Petersburg 1888. Carl Ricker. Preis 10 M.

Die Aufgabe einen Himmelsatlas für diejenigen Zwecke der Himmelsbachtungen herauszugeben, welche ohne bedeutende optische Hülfsmittel estellt werden können, ist deshalb keine leichte, weil man an ein solches rk zwei hauptsächliche Forderungen stellen muss, welche einander in geser Hinsicht widerstreiten, so dass der einen nur mit theilweiser Zurückung der andern entsprochen werden kann. Der Atlas soll nämlich einers ein möglichst treues Bild des Himmels wiedergeben, so dass man sich Vergleichung der Karte mit dem Himmel auf den ersten Blick hier oder t zurechtzufinden weiss, andererseits soll dagegen der Atlas sogleich bei den rnen all jene Details enthalten, welche zu ihrer Identifizirung nöthig, oder st zu erfahren wünschenswerth sind. Die Aufgabe des Herausgebers einer rnkarte besteht also, abgesehen von der fundamentalen Forderung der rektheit und Vollständigkeit, in der geschickten Anbringung dieser speziellen gaben, welche sich auf die Eintheilung des Sternreichthums in die bekannten ppen der Konstellationen, die Unterordnung unter das Koordinatensystem, Benennung, Grössenklasse, Eigenschaft als veränderlicher oder Doppeln etc. beziehen, so dass diese den Totaleindruck nicht stören.

Die beiden vorliegenden Werke suchen dieser Aufgabe auf verschiedene zu genügen. In beiden hat man die veraltete Methode, die wirklichen rnbilder einzuzeichnen, verlassen und dieselben nur durch schwache Grenzien markirt. Auf beiden Atlanten werden die Grössenklassen durch verieden grosse Scheiben bezeichnet. Schurig fügt diesen Scheiben noch sondere Sternauszackungen bei, welche durch die Verschiedenartigkeit der ur siebenzehn Helligkeitsstufen unter den sechs Grössenklassen untereiden lassen. Messer verzichtet dagegen auf diese unmittelbare Unterieidbarkeit zu Gunsten der grösseren Natürlichkeit völlig runder Scheiben, welche sich ja bekanntlich die Sterne auch auf den photographischen Aufmen darstellen. Bei Schurig werden die Doppelsterne und die Veränderien durch besondere Strahlen- oder gewöhnliche Kreise um die Sternzeichen rum angedeutet, wodurch diese Sterne sofort in dem Eindrucke des ganzen rnbildes besonders auffallen. Messer dagegen bezeichnet die Doppelsterne r durch einen ganz feinen Strich quer durch die Sternscheibe gezogen, so ss man — ganz wie am Himmel — erst näher hinsehen muss, um die Anutung der Doppelsternnatur zu erkennen. Die Veränderlichen werden durch der Mitte weisse Ringe bezeichnet, so dass also bei ihnen etwas an der

vollen hervorstechenden Kraft fehlt und sie dadurch beim ersten Ueberblick mehr der Wahrheit entsprechend auffallen, als die Schurigschen noch vergrösserten strahlenden Scheiben. Die Sternbezeichnungen sind beim letzteren Werke mattroth, bei Messer schwarz beigedruckt. Sie stören bei beiden Werken den Totaleindruck, wie das bei dem jetzt angewandten Arrangement gänzlich unvermeidlich ist, doch bei Schurig weniger wie bei Messer.

Es mag in dieser Beziehung für spätere Herausgaben ein Vorschlag gemacht werden, der möglicherweise den beiden bisher widerstreitenden Anforderungen vereinigt genügen wird. Man zeichne die Sterne, wie es ähnlich schon geschehen ist, als weisse Scheiben auf tiefblauem Grunde ein, ohne irgend welche Zusätze, so dass solche Karte ein völlig treues Bild des Himmels giebt. Darüber breite man eine andere Karte aus Pausepapier, welche die Sterne schwarz auf weissem Grunde und mit allen erwünschten Nebenangaben enthält. Von diesen Pausen gebe man jeder Karte einige mit, damit der Beobachter darauf nach Belieben eigene Einzeichnungen und Bemerkungen vornehmen und die verbrauchte Karte durch eine neue ersetzen kann ohne den Atlas selbst zu beschädigen.

Das Format beider vorliegenden Atlanten ist sehr verschieden, während der Massstab der Karten selbst bei Messer nur unerheblich grösser ist als bei Schurig. Letzterer in gewöhnlichem Folioformat ist immer noch handlich, ersterer, in einem langen Oktav nach Art der Taschenbücher, kommt einem Bedürfnisse entgegen, das viele praktische Beobachter, welche zu verschiedenen Zwecken Kometensucher verwendeten, gewiss gleich dem Referenten lebhaft empfunden haben. Man kann den Atlas auf dem Tische oder Pfeiler, auf welchem das tragbare Instrument ruht, bequem neben anderen Dingen vor sich hinlegen und findet sich auf der jeweilig aufgeschlagenen Karte von geringem Umfange sofort leicht zurecht. Für solche Zwecke ist die Auswahl der stark in einander übergreifenden Karten mit grosser Umsicht getroffen.

Um ein zusammenfassendes Urtheil über beide Werke hier anzugeben, müssen wir beiden besondere Vortheile einräumen. Der Schurigsche Atlas enthält den ganzen Himmel, während der Messersche sich auf die in Europa sichtbaren Sterne beschränkt. Das erstere Werk ist offenbar für den grossen Kreis der gebildeten Laien, die Schule und die Marine bestimmt, das heisst für ein Publikum, das mit freiem Auge oder doch nur sehr geringen optischen Mitteln gelegentlich sich am Himmel orientiren möchte. Dementsprechend ist auch der für die sorgfältige Ausführung ungemein billige Preis von 3 Mark gewählt. Das Messersche Werk wendet sich dagegen zunächst an den engeren Kreis von astronomischen Beobachtern, welche ernsteren, wissenschaftlichen Zielen mit Hülfe mittlerer Fernrohre nachgehen und der erfreulicherweise nicht mehr geringen Zahl astronomischer Dilettanten, denen eine nähere Bekanntschaft mit den himmlischen Objekten am Herzen liegt. Für diese ist der ausführliche, vortrefflich disponirte Text von grossem Werthe. Dieser Text enthält alles zum Verständniss der in dem Atlas aufgeführten Gegenstände Erforderliche. Er bildet also eine kurzgefasste Astronomie der Fixsterne, die ihrerseits mit einer grossen Zahl von trefflichen Abbildungen himmlischer Objekte geziert ist.

W. M.



Verzeichniss der bis zum 15. November der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

K. Angström, Sur une nouvelle Méthode de faire des mesures absolues de la chaleur rayonnante ainsi qu'un instrument pour enregistrer la radiation solaire, Upsal, Edv. Berling, 1886.

A. M. Clerke, Geschichte der Astronomie während des neunzehnten Jahrhunderts, deutsch von Maser, Berlin, Jul. Springer, 1889.

*O. Dziobek, Die mathematischen Theorien der Planetenbewegungen, Leipzig, J. Amb. Barth, 1888.

N. Ekholm und H. L. Hagström, Mesures des Hauteurs et des Mouvements des Nuages, Upsal, Edv. Berling, 1885.

*H. C. E. Martus, Astronomische Geographie. Zweite Auflage, Leipzig, Koch, 1888.

*J. Messer, Stern-Atlas für Himmelsbeobachtungen. Darstellung aller bis zum 35. Grade südlicher Declination mit blossem Auge sichtbaren Sterne etc. Eine grosse Uebersichtskarte und 26 Specialkarten mit 12 Bogen erläuterndem Text und 37 Abbildungen. St. Petersburg, C. Ricker, 1888.

H. Mohn und H. Hildebrand Hildebrandsson, Les Orages dans la Péninsule Scandinave, Upsal, Edv. Berling, 1888.

*G. Neumayer, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage in zwei Bänden, Berlin, R. Oppenheim, 1888.

*Schurig, Tabulae Caelestes, Himmels-Atlas, enthaltend alle mit blossen Augen sichtbaren Sterne beider Hemisphären, Leipzig, Karl Fr. Pfau, 1886.

G. Gabriel Stokes, Das Licht, Zwölf Vorlesungen, deutsch von Dr. O. Dziobek, Leipzig, J. A. Barth, 1888.

*A. v. Urbanitzky, Die Elektrizität des Himmels und der Erde. Zwanzig Lieferungen, Wien, A. Hartleben, 1887.

*A. Woeikof, Die Klimate der Erde. Nach dem Russischen vom Verfasser besorgte, bedeutend veränderte deutsche Bearbeitung mit 10 Karten, 13 Diagrammen nebst Tabellen. Zwei Bände, Jena, H. Costenoble, 1887.

* Sind bereits im gegenwärtig abgeschlossenen Quartal besprochen.





Herrn **L. H.** in **Nürnberg**. Die Anschauungen der Geologen, Physiker und Astronomen über die innere Naturbeschaffenheit der Erde sind dem modernen Standpunkte der Wissenschaft gemäss am besten dargestellt in einem Vortrag: „Ueber die Mittel und Wege zur besseren Kenntniss des Erdinnern zu gelangen", den Prof. Zöppritz auf dem ersten deutschen Geographentage 1881 hielt (Verhdlg. des ersten deutsch. Geographentages, Berlin, Reimer). Eine vollständige Darstellung der Argumente, welche für die drei gangbaren Hypothesen der Erdgestaltung — geologische Fluiditätshypothese, astronomische Rigiditätshypothese und die zwischen beiden vermittelnde Conception einer gluthflüssigen Medianschicht bei festem Kern und fester äusserer Rinde — vorgebracht sind, giebt auch Prof. von Lasaulx in dem von Kenngott herausgegebenen Handwörterbuch der Mineralogie, Geologie und Palaeontologie Bd. I, pag. 256 (der Erdball als Ganzes und seine Beschaffenheit). Ferner ist in Bezug auf diesen Gegenstand beachtenswerth das Werk von Pilar: Abyssodynamik, Agram 1881, das Werk von de Lapparent: Traité de Géologie, Paris 1883 et 1885, und dasjenige von Green: Manual of Geology. Eine vollständige Litteraturangabe der Monographien findet man in den geographischen Jahrbüchern, herg. von Behm unter den Artikeln „Fortschritte der Geophysik".

Herrn Dr. **O. K.** in **Cassel**. Bei Ihrer Wahrnehmung eines sternartigen Punktes in der Nähe von Aristarch scheint es sich, wie Sie auch selbst vermuthen, um jene Phänomene zu handeln, wie solche von Herschel, Hart u. A. in der Mondoberfläche zuweilen beobachtet worden sind. Die starke Reflexionsfähigkeit des Mondflecks Aristarch dürfte zur Erklärung ausreichen: diese kann nämlich hinreichend sein, auch auf der Nachtseite des Mondes bei reflektirtem Erdlichte einzelne Punkte aufleuchtend zu machen. Ueber ein ähnliches Phänomen berichtete die Zeitschrift „The Observatory" neulich (November): Webb und G. Hunt sahen 1863 einen Hügel in der Nähe von Timocharis schimmern „wie einen strahlenden Stern." Wir behalten uns indess vor, über Ihre Beobachtung das Urtheil von Beobachtern einzuholen, die den Mond in dieser Beziehung anhaltend verfolgt haben. Inzwischen registriren wir dieselbe hier in Kürze: Drei Tage nach dem Neumonde, bei klarer Luft, wurde im dunklen durch das Erdlicht erhellten Theil der Mondoberfläche, in der Gegend von Aristarch, ein feiner scharfer Lichtpunkt wahrgenommen, der auch bei späteren Gelegenheiten in den ersten Tagen nach Neumond mit Sicherheit constatirt werden konnte.

Herrn **v. Sp.** in **Winkel.** Nach den Beobachtungen des geehrten Herrn Einsenders zeigt sich die innere Fläche des Mondkraters Endymion, entgegen den Wahrnehmungen von Schmidt und Neison, nicht glatt, sondern von einem in der Richtung zum Mare crisium laufenden Striche (Rille?) durchzogen. Dieser je nach der Beleuchtung hellere oder dunklere Strich ist in seiner oberen Hälfte stärker als in der unteren. — Wir bitten jene Beobachter, die sich mit Detailuntersuchungen der genannten Mondgegend beschäftigen, im Interesse der Sache um die Mittheilung ihrer Wahrnehmungen in unserem Blatte. Die Sternwarte der Urania wird bei solchen Anlässen künftig gern mitwirken.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die Spektrographische Bestimmung der Bewegung der Himmelskörper in der Gesichtslinie.

Von **Dr. J. Scheiner,**
Astronom am Astrophysikal. Observatorium zu Potsdam.

Exaktheit der Messungen und eine der erreichten Genauigkeit der Beobachtungsresultate entsprechende rechnerische Verwerthung gehören zu den Hauptfaktoren, welche die Astronomie auf den hohen Punkt ihrer jetzigen Vollendung gebracht haben. Diese beiden Grundbedingungen gewähren in ihrer richtigen Vereinigung nicht blofs die Möglichkeit, staunenswerthe Resultate zu erhalten, sondern, was noch wichtiger ist, sie stellen gleichzeitig auch den Grad von Gewifsheit fest, mit welchem man die gewonnene Einsicht als wahr betrachten darf.

Die Astrophysik, jene mächtig emporblühende Zweigwissenschaft der Astronomie, ist diesen beiden Forderungen weit weniger zugänglich gewesen, hauptsächlich wegen der gröfseren Schwierigkeit und Vielartigkeit ihrer Probleme, dann aber auch, weil wegen der kurzen Zeit ihres Bestehens sich zuerst ein grofses Feld reicher Entdeckungen bot, die, allerdings schon mit Ausnahmen, ohne besonderen Aufwand des für die Astronomie erforderlichen mathematischen Apparates zu erhalten waren. Das ist heute schon anders geworden und wahrlich nicht zum Schaden der Astrophysik, denn je mehr sie sich, um es kurz auszudrücken, in Bezug auf Exaktheit der Astronomie nähert, um so vollkommener kann sie den Forderungen strenger Wissenschaftlichkeit entsprechen.

Das hier angedeutete Streben in Verbindung mit dem mächtigen Hilfsmittel der coelestischen Photographie hat nun vor kurzem zu einer Entdeckung geführt, die es möglich macht, die Astrophysik ohne weiteres mit aller wünschenswerthen Exaktheit in ein Gebiet der

eigentlichen Astronomie hineingreifen zu lassen, in das Gebiet der Fixsternbewegungen, welches, verhältnifsmäfsig noch wenig erforscht, dereinst Aufschlufs über die Konstruktion des Fixsternsystems zu geben verspricht. Es möge aber hier gleich erwähnt werden, dafs das Grundprinzip, auf welchem diese Entdeckung beruht, durchaus nicht neu ist, dafs vielmehr eine gröfsere Anzahl betreffender Beobachtungen schon existiren; das wichtige der neuen Methode liegt, wie oben angedeutet, in der Einführung der nöthigen Exaktheit, wodurch die Resultate erst neben den auf rein astronomischem Wege erhaltenen stimmfähig werden.

Die in der Ueberschrift ausgesprochene Aufgabe, die Geschwindigkeiten zu bestimmen, mit welchen sich infolge der Bewegungen der Erde und der übrigen Himmelskörper die Entfernungen der letzteren von unserer Erde ändern, beruht auf dem nach seinem Entdecker so genannten Dopplerschen Prinzipe, dessen Erklärung eine sehr schwierige ist. Die Wahrheit dieses Prinzips zu beweisen ist experimentell bereits vor Jahren gelungen, und zwar zum ersten Male H. C. Vogel durch Beobachtungen an der Sonne, während ein einwurfsfreier mathematischer Beweis für dasselbe noch nicht erbracht ist.

Das Dopplersche Prinzip basirt auf der Wellentheorie des Lichts, nach welcher das Licht aus aufserordentlich rasch verlaufenden Schwingungen des Aethers besteht, wobei die Farbe des Lichts abhängig ist von der Länge der Wellen, und zwar in dem Sinne, dafs die Farben in der Reihenfolge wie im Regenbogen, roth, orange, gelb, grün, blau und violett, aufeinander folgen, wenn die Längen der Wellen abnehmen, oder, was dasselbe bedeutet, wenn die Schwingungen des Aethers rascher verlaufen. Dafs diese beiden Ausdrucksweisen identisch sind, hat seinen Grund in dem Umstande, dafs die Geschwindigkeit des Lichts im Weltenraum für alle Farben dieselbe ist; verlaufen die Schwingungen rascher, so müssen die Wellen entsprechend kürzer sein, um konstante Geschwindigkeit zu ergeben.

Sendet nun eine Lichtquelle Strahlen von einer bestimmten Wellenlänge — monochromatisches Licht — aus, wir wollen z. B. annehmen von der Wellenlänge der Fraunhoferschen Linie F im blauen Theile des Spektrums, und entfernt sich die Lichtquelle mit einer gewissen Geschwindigkeit von uns, so wird die Anzahl der uns treffenden Lichtwellen eine kleinere, und die Farbe der Strahlen und scheinbar also auch die der Lichtquelle nähert sich mehr dem Roth. Die Aenderung der Farbe ist um so stärker, je rascher die Fortbewegung der Lichtquelle ist. Nähert sich uns dagegen die Lichtquelle, so findet

enau das Umgekehrte statt, die Farbe geht mehr nach dem Violett ber. Diese Eigenthümlichkeit ist nun allgemein gültig überhaupt für bstandsänderungen zwischen Lichtquelle und Beobachter, wobei es ine Bedeutung ist, ob die Lichtquelle oder der Beobachter die Beegung ausführt, oder ob beides stattfindet. Der Einfachheit des Ausrucks halber soll im Folgenden nur immer von einer Bewegung der ichtquelle gesprochen werden.

Sendet die Lichtquelle Licht aus, welches aus allen Strahlenattungen zusammengesetzt ist und also dem Auge als weifs erscheint, liegt die Sache wesentlich anders. Wenn sich in diesem Falle die ichtquelle nähert, so ändert sich zwar jede Strahlengattung für sich urch Uebergang nach dem Violett hin; zerlegt man aber das Licht urch das Spektroskop in die einzelnen Farben, so hat sich im Anicke des Spektrums nichts geändert, da das Roth, welches mehr zum range übergegangen ist, aus dem nicht sichtbaren Ultraroth ergänzt ird und das überschüssige Violett in das unsichtbare Ultraviolett bergeht. Es ist thatsächlich also im Spektrum keine Veränderung or sich gegangen, auch durch etwaige Messungen ist nichts zu konatiren, und ebenso wenig hat sich die Farbe der Lichtquelle verdert. Der wichtigste Fall ist nun der, wie er bei unserer Sonne nd bei fast sämmtlichen Fixsternen vorliegt, dafs nämlich die Lichtuelle wohl weifses Licht aussendet, dafs in demselben aber durch ektive Absorption in den diese Himmelskörper umgebenden Gasmosphären eine Anzahl spezieller Strahlengattungen fehlen. Diese hlenden Strahlen erscheinen im Spektroskope als mehr oder minder ine schwarze Linien auf dem Grunde des sonst kontinuirlichen Spekums. Wie wir gesehen haben, ändert sich in diesem kontinuirlichen pektrum bei einer Entfernungsänderung der Lichtquelle des Sternes chts, wohl aber würde der Strahl, der z. B. der Linie F entspricht, was mehr nach dem Roth zu geändert worden sein, die durch das ehlen des Strahles im Spektrum entstandene Lücke, die Linie F also benfalls, d. h. die Linie F liegt nun nicht mehr an ihrer eigentlichen elle, sondern sie liegt mehr nach dem Rothen zu: sie ist nach dem othen Ende des Spektrums zu verschoben.

Nach dieser Erklärung wird der eigentliche Wortlaut des opplerschen Prinzips, gleich auf Sterne angewandt, wohl verständlich in: Nähert sich uns ein Fixstern, so sind seine sämmtlichen pektrallinien um geringe Beträge nach dem Violett hin verschoben; tfernt er sich von uns, so findet dies nach der rothen Seite des pektrums statt. Je gröfser die Geschwindigkeit ist, mit welcher sich

der Stern von uns entfernt oder sich uns nähert, je stärker also seine Bewegung in der Gesichtslinie ist, um so stärker ist auch die resultirende Verschiebung der Spektrallinien.

Die Berechnung der Geschwindigkeit aus der gemessenen Verschiebung ist eine sehr einfache. Man drückt allgemein die Wellenlänge des Lichts in Milliontel Millimetern aus und mifst die Verschiebungen ebenfalls in dieser Mafseinheit. Hat man z. B. an der Linie F, deren Wellenlänge 486 Milliontel Millimeter ist, eine Verschiebung in der Wellenlängenreihe im Betrage von 0,1 Milliontel Millimeter gemessen, so ergiebt sich die dieser Verschiebung entsprechende Geschwindigkeit der Sternbewegung in der Gesichtslinie aus dem Bruche $\frac{300\,000 \times 0{,}1}{486}$, wenn wir die Lichtgeschwindigkeit zu 300 000 Kilometern in der Sekunde annehmen. Das würde in diesem Beispiele 62 Kilometer pro Sekunde betragen. Es ist hieraus zu sehen, dafs selbst bei für unsere Begriffe ganz enormen Geschwindigkeiten die eintretenden Verschiebungen noch immer sehr gering sind; denn der oben angenommene Betrag von 0,1 Milliontel Millimeter Wellenlänge entspricht etwa nur einem Sechstel des Abstandes der beiden Natriumlinien. Noch ist zu erwähnen, dafs in einer im Spektroskope in dieser Weise bestimmten Geschwindigkeit noch der Betrag der Geschwindigkeit enthalten ist, mit welcher sich unsere Erde wegen ihres Umlaufs um die Sonne periodisch einem Sterne nähert oder entfernt. Will man die Gröfse der Fixsternbewegung selbst erlangen, bezogen auf unsere Sonne, so mufs der durch die Erdbewegung verursachte Betrag der Geschwindigkeit in Rechnung gezogen werden.

Wegen der Beobachtungsschwierigkeiten und der verwickelten Beschaffenheit der Apparate, die zur Beobachtung der Linienverschiebung nöthig sind, wird es nur sehr wenigen der Leser möglich sein, sich durch die Anschauung von der Wirkung des Dopplerschen Prinzips zu überzeugen; glücklicher Weise aber gelingt dies sehr leicht bei der Anwendung dieses Prinzips auf den Schall; Licht und Schall sind beides Wellenbewegungen von merkbarer Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und in demselben Verhältnisse, in dem die Schallgeschwindigkeit geringer als die Lichtgeschwindigkeit ist, ist die Aeufserung des Dopplerschen Prinzips eine merklichere. Eine Darstellung des Vorganges beim Schalle wird auch gewifs das Verständnifs der Wirkung beim Lichte deutlicher machen.

Wenn eine Tonquelle sich uns nähert, wird der Ton derselben

öher, als wenn sie in Ruhe ist, entfernt sie sich von uns, wird der on tiefer. Der Unterschied der Tonhöhe ist um so stärker, je rascher e Bewegung ist. Dasselbe findet auch statt, wenn die Tonquelle ht, und wenn sich der Beobachter rasch auf sie zu oder von ihr eg bewegt. Beide Erscheinungen sind sehr leicht auf der Eisenhn zu beobachten. Es kommt häufig vor, dafs man eine Station rchfährt, wenn das elektrische Läutewerk in Thätigkeit ist. Im omente, wo man das Läutewerk passirt, hört man dann den Ton ch in sehr mifsklingender Weise erniedrigen, weil in diesem Augenicke die Annäherung in eine Entfernung übergeht. Auch kann an dieselbe Erscheinung beobachten, wenn man neben dem Geleise eht und eine Lokomotive pfeifend vorbei fährt.

Aehnlich wie beim Lichte die Farbe von der Anzahl der etherwellen pro Zeiteinheit abhängt, hängt die Höhe des Tones von r Anzahl der Schallwellen ab, die unser Ohr treffen. Nähert sich is eine Tonquelle rasch, so verkürzt sich die Entfernung derselben on uns und mit ihr die Zeit, welche der Schall braucht, um zu uns gelangen; solange also diese Bewegung anhält, treffen mehr hwingungen unser Ohr als vorher, und zwar so viele mehr, als in r Zeit entstehen, die der Schall braucht, um den Weg, den die onquelle in der Zeiteinheit zurückgelegt hat, selbst zu durchlaufen. ie oben angedeutet, kann sich Jedermann nun leicht von der irkung und Wahrheit dieser Erscheinung überzeugen.

Was die Beobachtung der Linienverschiebung im Spektrum r Fixsterne angeht, so verfährt man hierbei in der Art, dafs gleichitig mit dem Sternspektrum durch Einschaltung einer passenden chtquelle das Spektrum eines Stoffs erzeugt wird, der auch im ern enthalten ist. Am besten verwendet man hierzu den Wasseroff, dessen Spektrum leicht durch Anwendung einer Geifslerschen öhre erhalten werden kann, und der gleichzeitig den Vortheil währt, dafs fast alle Sterne sein Spektrum zeigen. Man sieht dann B. die F Linie, die dem Wasserstoff angehört, im Spektrum des ernes als mehr oder weniger verwaschenes breites dunkles Band d durch dasselbe hindurch gehend die helle Wasserstofflinie der beweglichen irdischen Lichtquelle. Die Beobachtung besteht nun rin, eine etwa vorhandene Verschiebung der dunklen Linie gegen e helle zu beurtheilen und zu messen. Dies ist nun aufserordentlich hwierig, und zwar aus verschiedenen Gründen. Einmal ist bei der öthigen starken Zerstreuung des Spektroskopes das Sternspektrum hr schwach, dann ist die Verschiebung der Linie, wie wir gesehen

haben, überhaupt sehr gering, vor allem aber stört das beständige Wallen des Spektrums, verursacht durch kleine Luftbewegungen, welche auch das sogenannte Scintilliren der Sterne bedingen. Das Spektrum ist infolge dessen in ständiger flatternder Bewegung, die sich manchmal so steigert, dafs die Linien momentan ganz verschwinden; nur bei besonders ruhiger Luft ist eine derartige Beobachtung überhaupt möglich. Ein weiterer, für diese Beobachtungsart sehr schädlich wirkender Faktor ist die nicht zu vermeidende Prädisposition des Beobachters, die selbst beim besten Willen des letzteren die Möglichkeit von einander unabhängiger Beobachtungen sehr fraglich macht.

Es ist nun ein äufserst glücklicher Gedanke von H. C. Vogel, dem Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, gewesen, auf diese Art der Beobachtungen die Photographie anzuwenden. Von welcher Wichtigkeit diese Anwendung zu sein verspricht, wird am Schlusse dieses Artikels kurz gezeigt werden; es handelt sich hier zunächst darum, die Vortheile, welche diese neue Methode gewährt, zu erklären.

Bei der langen Expositionsdauer, die bei der photographischen Aufnahme von Sternspektren mit starker Dispersion nöthig ist, giebt die Photographie gleichsam ein Schlufsresultat aller einzelnen Momente während dieser Zeit. Alle kleineren Schwankungen und Unregelmäfsigkeiten kommen auf der Platte nicht einzeln zur Darstellung, sondern diese wirken nur in dem Sinne, das sonst durchaus scharfe Bild der Linien ein klein wenig verwaschen erscheinen zu lassen. Die Mittellagen der Linien bleiben völlig unverändert, und nachher tritt bei Beobachtung der Photographie unter dem Mikroskope kein störendes Flackern mehr hinzu; in voller Ruhe und gänzlicher Unabhängigkeit von äufseren Einflüssen kann der Beobachter nun sehen und messen. Das ist der eine grofse Vortheil der neuen Methode, der zweite liegt darin, dafs ein geringerer oder stärkerer Grad von Unruhe der Luft überhaupt nicht von Bedeutung ist, dafs man jetzt also alle Nächte mit durchsichtiger Luft zu diesen Beobachtungen verwenden kann, während früher nur Nächte mit aufserordentlich ruhiger Luft einigermafsen Erfolg versprechen konnten. Mit diesem Fortschritt aber ist die Aufgabe in das Stadium gerückt, wie andere astronomische Mefsarbeiten, Zonen und dergl., als ständige Arbeit einer Sternwarte behandelt zu werden. Es ist dies zwar schon seit Jahren auch mit den Ocularbeobachtungen der Linienverschiebungen auf einer gröfseren Sternwarte Englands versucht worden, die Resultate aber zeigen sich den oben auseinandergesetzten Schwierigkeiten entsprechend.

Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, eine Beschreibung des in Verbindung mit dem grofsen Refraktor des Potsdamer Observatoriums benutzten Spektroskopes zu geben, mit welchem die photographischen Aufnahmen gemacht werden, und die Schwierigkeiten, welche sich der Konstruktion desselben entgegenstellten, zu beschreiben. Es sei nur darauf hingewiesen, dafs als Vergleichslinie die dritte Linie des Wasserstoffs, $H\gamma$, gewählt worden, und dafs die meisten Sternspektra so linienreich ausfallen, dafs man bei den Messungen nicht blofs auf die Wasserstofflinie des Sternspektrums angewiesen ist, sondern auch benachbarte Linien mit hinzuziehen kann. Hierdurch wird natürlich das Gewicht der Messungen sehr erhöht, ein neuer Vortheil der spektrographischen Methode gegenüber der früheren spektroskopischen.

Jetzt schon Resultate der Beobachtungen mitzutheilen, dürfte auch wenig in den Rahmen dieses Aufsatzes passen, und müssen wir dies einer späteren Mittheilung vorbehalten, wenn die zunächst geplante grössere Arbeit, nämlich die Linienverschiebung an allen hellen Sternen bis zur 3. Gröfse herab festzustellen, vollendet sein wird.

Wie man bei jeder Entdeckung oder Erfindung zunächst nach dem Nutzen derselben fragt, so wird dies auch hier wohl schon längst von Seiten des Lesers geschehen sein, und es bleibt uns also noch die Aufgabe, kurz zu zeigen, von welch grofser Bedeutung die Lösung unseres Problems für die Entwickelung der Astronomie, speziell der Fixsternastronomie zu werden verspricht.

Während nach Jahrhunderte langem Streben und Kämpfen endlich seit Copernicus der Erde definitiv ihre Stellung und ihr Rang innerhalb des engbegrenzten Sonnensystems angewiesen ist, befinden wir uns heute in Bezug auf die Stellung unseres Sonnensystems zu den übrigen Fixsternen oder vielmehr auf deren Zusammenhang untereinander noch immer im Zustande grofser Unkenntnifs. Die Fortschritte der letzten hundert Jahre auf diesem Gebiete sind zwar sehr grofs, und unsere Detailkenntniss im Fixsternsystem ist schon eine überraschend reiche; aber man kann nicht sagen, dafs man in der Erforschung des Endzieles, der Ermittelung der Konstitution des Fixsternsystems, über das Aufstellen von mehr oder weniger wahrscheinlichen Hypothesen hinweggelangt sei. Jeder Fortschritt dieser Forschung, der neue Gesichtspunkte mit der nöthigen Sicherheit eröffnet, ist daher von grofser Bedeutung, und wenn auch das Ziel durch ihn noch nicht erreicht wird, er bringt uns ihm doch immer beträchtlich näher.

So steht es auch mit der besprochenen neuen Methode. Alle

bisherigen Schlüsse über den Bau des Fixsternsystems sind gezogen aus der Vertheilung der Sterne und aus ihren scheinbaren Bewegungen am Himmelsgewölbe. Diese Bewegungen werden durch wiederholte Ortsbestimmungen der Sterne ermittelt, wobei es wegen der scheinbar sehr geringen Bewegungen der Fixsterne erforderlich ist, dafs zwischen den aufeinanderfolgenden Beobachtungen desselben Sternes grofse Zeiträume liegen. Derartige Beobachtungen ergeben nur den Betrag der Bewegungen, der auf das Himmelsgewölbe projicirt ist, also nur die Komponente, die in der zur Gesichtslinie senkrechten Ebene liegt.

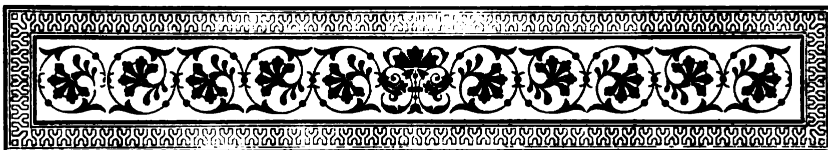
Die wahre Bewegung im Raume bleibt gänzlich unbekannt, und auch der in diese Ebene fallende Theil der Bewegung ist in den meisten Fällen nur im Winkelmafse bestimmt, und nur bei den wenigen Sternen, deren Entfernung oder Parallaxe bekannt ist, kann man die Bewegungen in einem uns greifbaren Mafse, in Meilen oder Kilometern pro Sekunde ermitteln. Wir müssen also wohl unterscheiden, dafs die astronomische Beobachtung mit Ausnahme des erwähnten Falles nur Bewegungen und nicht Geschwindigkeiten giebt. So ist es zwar möglich gewesen, aus den scheinbaren Sternbewegungen die Richtung, nach welcher sich unser ganzes Sonnensystem innerhalb der Fixsternwelt bewegt, mit ziemlicher Genauigkeit zu bestimmen, dagegen sind die Angaben über die Geschwindigkeit, mit welcher diese Bewegung vor sich geht, noch recht unsicher.

Die spektrographische Methode leistet nun gerade das, was der astronomischen fehlt: sie giebt die Bewegungskomponente, welche in die Gesichtslinie fällt; die Verbindung der astronomischen und spektrographischen giebt also die wahre Bewegung der Sterne im Raume. Den Betrag dieser Bewegung giebt sie nicht im Winkelmafse, sondern als wahre Geschwindigkeit. Hierzu kommt noch das interessante Faktum, dafs die spektrographische Methode der Linienverschiebung die Geschwindigkeit der Sternbewegungen in etwa einer Stunde ermitteln läfst, während bei der astronomischen Bestimmung der anderen Komponente Zeiträume von vielen Jahren nöthig sind.

Um hier von den vielen auf die Anwendung der neuen Methode harrenden Problemen nur kurz einige aufzuzählen, wollen wir zunächst die Bestimmung der Bewegung unseres Sonnensystems erwähnen. Wie oben angegeben, kennen wir die Richtung dieser Bewegung schon recht genau, aber nicht so ihre Gröfse; die spektrographische Bestimmung wird neben der Richtung vor allem die Geschwindigkeit,

mit welcher unser ganzes Sonnensystem seine unermeſsliche Bahn durchläuft, geben, eine Gröſse, die nicht nur für sich interessant ist, sondern auch für andere Probleme der Astronomie ihre Bedeutung hat. Unter gewissen Voraussetzungen werden sich die Entfernungen der Sterne auf neue Weise bestimmen lassen, und bei Doppelsternen ganz besonders wird man zu interessanten Resultaten gelangen; ein weites Feld neuer Forschung ist der Thätigkeit der Astronomen erschlossen.





Ueber historische Sonnenfinsternisse.

Von

F. K. Ginzel,

Astronom am Recheninstitut der Königl. Sternwarte in Berlin.

(Schlufs.)

Der hohe Nutzen, welchen jene Nachrichten über totale Sonnenfinsternisse der Astronomie gewähren, deren Ursprungsort man nachzuweisen im stande ist, wird durch die im vorangegangenen Aufsatze angeführten Thatsachen hoffentlich klar dargelegt sein. Allein ich habe schon in der Einleitung darauf aufmerksam gemacht, dafs auch eine andere Wissenschaft aus den Finsternifsmeldungen der Alten bedeutsame Ergebnisse schöpfen kann, nämlich die Wissenschaft der Geschichte.

Es ist gewifs nach allen bisherigen Auseinandersetzungen sofort klar, dafs ein Fall, wo aus einem bestimmten Orte eine Finsternifsnachricht vorliegt, das Datum derselben aber unbekannt und durch anderweitige damit zusammenhängende Fakta nur ganz ungefähr bestimmbar ist, durch den rechnenden Astronomen eine befriedigende Lösung finden kann. Der Weg zu dieser Lösung erhellt von selbst: man wird zuerst durch Aufsuchung historischer Daten, und wenn nöthig, durch eine geschichtliche Untersuchung, die Zeitgrenzen festzustellen suchen, in welche die Meldung der Finsternifs eingeschlossen sein kann; dann wird man die innerhalb dieses Zeitraumes möglichen Finsternisse im allgemeinen bestimmen und hierauf die Centralitätszonen jener berechnen, die überhaupt in die Nähe des Ortes fallen können, von welchem die Nachricht herstammt. Eine Diskussion der Umstände, welche die Nachricht begleiten, wird entscheiden, welche der Finsternisse man hier vor sich hat. Je genauer diese Umstände detaillirt sind, desto leichter wird die Entscheidung zu treffen sein, und es ist zugleich klar, dafs man mit der Auffindung einer totalen Sonnenfinsternifs weit weniger Schwierigkeiten haben wird, als mit Finsternissen geringerer Auffälligkeit, da die Zahl der totalen für einen gegebenen Ort innerhalb einer gröfseren Epoche zumeist klein ist, während sich partielle, an diesem Orte sichtbare Finsternisse in

derselben Epoche viele ereignen können. Ein geschichtlich, wie astronomisch interessanter Fall, bei dem eine von mir angestellte Untersuchung [1]) von vollem Erfolge gewesen ist, soll dies erläutern. In dem von Plutarch verfafsten Gespräche „Ueber das Gesicht in der Mondscheibe“ kommt folgende Stelle vor: „Dafs von allen Erscheinungen an der Sonne nichts so ähnlich ist, als eine Sonnenfinsternifs dem Sonnenuntergange, gebt ihr mir zu, wenn ihr euch der neulichen Zusammenkunft von Sonne und Mond erinnert, welche, nachdem sie gleich nach Mittag begonnen hatte, viele Sterne an vielen Punkten des Himmels sichtbar machte und der Luft eine Färbung gleich der Dämmerung verlieh“. Man weifs über Plutarchs Person, dafs er gegen Mitte des ersten Jahrhunderts nach Christi zu Chäronea geboren war, dafs er zu der Zeit, als Nero sich in Griechenland aufhielt (66—67 n. Chr.), noch zu den jungen Männern gerechnet wird; ferner, dafs er den gröfsten Theil seines Lebens in seiner Vaterstadt zubrachte und später, nach Rückkehr von einer Reise nach Rom, Priester am Tempel des Apollo zu Delphi geworden ist. Es handelt sich also hier um eine Sonnenfinsternifs, die in der zweiten Hälfte des ersten Jahrhunderts n. Chr. in Griechenland und zwar kurz nach Eintritt des Mittag vorgefallen sein mufs und zu Delphi oder Chäronea alle Erscheinungen der Totalität gehabt hat. Da nach der Finsternifs von anderer Seite bisher vergeblich gesucht worden war, so wurde eine systematische Durchmusterung eines gröfseren Zeitraumes auf Finsternisse nothwendig; ich führte dieselbe für die Epoche vom Jahre 27—103 n. Chr. durch, indem ich dabei wieder die Oppolzerschen Tafeln als Grundlage nahm; von den Centralitätszonen der Finsternisse kamen überhaupt nur drei in Frage, von denen sich zwei wegen ihrer Lage und Zeit sofort ausschlossen und nur die dritte vom 20. März 71 n. Chr. als die gesuchte gelten konnte. Diese ist zu Chäronea und Delphi um die Mittagszeit eingetreten und war daselbst 11,6 Zoll (1 Zoll = $^1/_{12}$ Sonnendurchmesser), also sehr nahe total. Plutarch würde danach etwa 26 Jahre alt gewesen sein, als er im Vereine mit Anderen diese Finsternifs beobachtet hat. Damit ist für die klassische Philologie ein bemerkenswerthes Faktum gewonnen, und gleichzeitig für die Astronomie ein wichtiger Anhaltspunkt zur besseren Kenntnifs der Mondtafeln, denn wie man aus der auf der Karte (Seite 136) eingetragenen Zone der Finsternifs ersieht, bleibt die letztere von Chäronea noch etwas entfernt statt, dort total zu

[1]) Astron. Unters. üb. Finst. I. Abhdlg. pag. 40 und III. Abhdlg. pag. 18.

sein, und die nothwendige Verschiebung der Zone von ungefähr $1\frac{1}{10}$ Grad nach Osten bietet somit einen willkommenen Behelf bei der Bestimmung der Verbesserung unserer Tafeln.

Die Fälle, wo man Sonnenfinsternisse dazu benützen kann, um für geschichtliche Ereignisse einen Anhaltspunkt zu gewinnen, sind übrigens nicht, wie man meinen könnte, blofs auf die entfernt liegenden Zeiten des Alterthums beschränkt, sondern kommen bis ins Mittelalter vor. Beispielsweise melden die byzantischen Geschichtsschreiber Glykas und Cedrenus eine in den ersten Regierungsjahren Leo des Weisen (886—912 n. Chr.) vorgefallene Sonnenfinsternifs, die in der sechsten Tagesstunde stattfand und bei welcher Sterne sichtbar wurden. Bei der Rechnung zeigt sich, dafs die meisten der von 886 n. Chr. ab möglichen Finsternisse von Byzanz viel zu entfernt liegen, als dafs sie dort total gewesen sein könnten, und dafs erst die ringförmige Finsternifs vom 8. August 891 diese Bedingung nahezu erfüllt. Es müssen somit die von den oben genannten Historikern um die Zeit der Finsternifs erzählten anderweitigen Ereignisse in das sechste Regierungsjahr Leos gesetzt werden. Auch hier gewinnt die Astronomie durch die sich nöthig zeigende geringe Verschiebung der Centralitätszone einen kleinen Beitrag zur Verwerthung für die Rechnungen bei der Ableitung der „Verbesserungen“. In anderen Fällen geht sie leer aus und das Ergebnifs kommt nur der Geschichte zu gute, nämlich da, wo der Ursprungsort des Berichtes zweifelhaft ist und also ein Schlufs auf den Ort der Beobachtung nicht gewagt werden darf. Rodericus Toletanus (13. Jahrh.), ein historischer Schriftsteller, dem verschiedene spanische Geschichtsquellen zur Benutzung vorgelegen haben, giebt uns Kunde von einer Finsternifs zu Zeiten des westgothischen Herrschers Recesoindus: „In seiner Zeit ereignete sich in ganz Spanien eine Sonnenfinsternifs und die Sterne wurden zu Mittag sichtbar“. Während der Regierungszeit des genannten Königs (649—672 n. Chr.) haben nach meiner Untersuchung[1]) vier bedeutende Finsternisse in Spanien stattgefunden: eine totale 12. April 655, eine ringförmigtotale 28. Januar 659, eine totale 4. November 666 und eine ringförmige 7. Dezember 671. Da mit einiger Sicherheit vermuthet werden darf, dafs es sich um eine in der Residenz Toledo bemerkte Finsternifs handelt, so wurden die Zonen der angegebenen Finsternisse und die Maximalphasen derselben für Toledo bestimmt; als wahrscheinliche Finsternifs bleibt nur jene

[1]) Ueber einige histor. besond. in altspanischen Geschichtsquellen erwähnte Sonnenfinst. (Sitzber. d. k. preufs. Acad. d. W. 1887 XLIV pag. 10.)

ı 4. November 666, die in Toledo total war und Nachmittag statt-
e. Hier ist der Gewinn nur ein historischer, da wegen der
lenken über den Beobachtungsort nicht völlige Sicherheit darüber
vonnen werden konnte, ob nicht auch die Finsternifs vom
April 655 zu berücksichtigen sei, wenn nämlich die Nachricht
em nördlicher als Toledo gelegenen Orte entsprungen wäre.

Es wird nun auch das leise Mifstrauensvotum, das ich früher
en die Verwendung gewisser altklassischer Sonnenfinsternisse bei
Ermittelung der „Verbesserungen" laut werden liefs, gerecht-
igter erscheinen. Mehrere dieser Finsternisse, deren Gebrauch sonst
gen ihres hohen Alters sehr wünschenswerth wäre, lassen sich
ılich betreffs des Beobachtungsortes nur mit Zweifeln feststellen,
ırend wir aus den bisherigen Darlegungen gesehen haben, dafs
ser möglichst sicher bestimmbar sein soll. Diese Unsicherheit
t beispielsweise vor bei zwei alten Finsternissen, von denen man
ne Gebrauch gemacht hat: die eine ist jene, welche sich ereignete,
der syracusanische König Agathocles vor den ihn verfolgenden
ıiffen der Karthager die Flucht ergriff, die andere ist die von
odot gemeldete, welche während einer Schlacht zwischen den
lern und Medern eingetreten sein soll. Während die Festsetzung
ersten dieser beiden Finsternisse auf den 14. August 310 v. Chr.
eifellos richtig und der zweiten auf den 28. Mai 548 v. Chr. zum
ıdestens recht wahrscheinlich ist, kann man darüber sehr streitig
ı, bei welcher Küste Siciliens Agathocles von der Finsternifs über-
cht worden ist, und andererseits, in welcher Gegend des Halys-
sses die Schlacht zwischen den Lydern und Medern stattgefunden
ben mag. Derartige Finsternisse wird man also, wenn auch nicht
veisen, so doch erst in zweiter Linie, nach Herstellung eines
ssern Fundaments, bei der Verbesserung unsrer Kenntnifs der Mond-
ln verwenden.

Dafs man übrigens zur richtigen Auffindung solch alter Finster-
se mit den auf Grund der bisherigen Mondtheorien verfafsten Tafeln
ht ausreicht, sondern hierzu selbst schon eine hinreichende Kenntnifs
Mondbewegung nöthig hat, geht daraus hervor, dafs eben diese
die Tafeln eingeführten Aenderungen die Lage der Zonen der
ısternisse verschieben, wie wir in den früheren Darlegungen zur
nüge gesehen haben. Richtige „Verbesserungen" dieser Tafeln
rden die gleichmäfsige Uebereinstimmung der Rechnung und der
torischen Ueberlieferung herbeiführen, zweifelhafte und gewagte
erbesserungen" dieser Art aber nur desto gröfsere Verwirrung

nach sich ziehen. Die Verwendung der Hansenschen Mondtafeln ohne alle Correctionen läfst darum die Identificirung mehrerer wichtiger Sonnenfinsternisse des Alterthums, beispielsweise jener des Plutarch oder jener am Halysflusse, nicht gelingen[1]). Es ist ein grofses Verdienst des der Wissenschaft leider so früh entrissenen Oppolzer, durch die Herausgabe seines „Canon der Finsternisse“ die Aufsuchung der Verfinsterungen der Sonne und des Mondes ganz aufserordentlich erleichtert zu haben. Dieses Werk enthält auf 160 Karten die näherungsweisen Kurven der Centralität sämmtlicher centralen Sonnenfinsternisse, die zwischen 1208 v. Chr. bis 2161 n. Chr. auf der nördlichen Hemisphäre möglich sind, ferner alles Detail, um für jede andere centrale oder partielle Finsternifs dieser Epoche Rechnungen anstellen zu können. Die dort gegebenen Zahlen stützen sich, ein nicht zu unterschätzender Vortheil, auf Correctionen der Mondtafeln, die den alten Finsternissen genügen und sich von den Hansenschen Tafeln nicht übermäfsig entfernen. Das Ziel meiner eigenen, bereits früher angeführten Arbeiten ist namentlich auf die Verbesserung dieser empirischen Correctionen gerichtet gewesen[2]).

Ich möchte mein Thema nicht verlassen, ohne noch jener Sonnenfinsternisse zu gedenken, welche nur geschichtliches Interesse haben und die für die Verbesserung unserer Mondtafeln entweder keinen Beitrag liefern können oder hierzu nur mit vielen Bedenken verwendbar sein würden. Dies sind zum Theil solche Finsternisse, bei denen der Beobachtungsort fraglich ist, noch mehr aber solche, wo die Worte der Ueberlieferung unklar und verschiedener Deutung fähig sind. Der wichtigste dieser Finsternifsberichte ist wohl jener, welcher auf einer der assyrischen Thontäfelchen enthalten ist, deren

[1]) Eine treffliche Erläuterung dafür, was willkürliche Manipulationen in Bezug auf die Mondbahnverbesserung für Folgen haben können, liefern die astronomischen Reformationsversuche des Theologen Seyffarth. Dieser kehrt durch „Correctionen“ beinahe die ganze alte Geschichte um. Mit einem Beispiele werden meine Fachgenossen genug haben: Die Nicäische Sonnenfinsternifs (24. November 29 n. Chr.), welche nach Hansens Tafeln immer noch nicht zu den schlechtest dargestellten gehört (wenngleich die Hansensche Zone zu westlich von Nicäa verbleibt) wird durch Seyffarths Correctionen mit einer Finsternifs vom 12. September 33 n. Chr. identificirt, die durch Sibirien und die Mongolei geht, während wir wissen, dafs es sich bei Verbesserungsversuchen des heutzutage allgemein angenommenen Hansenschen Fundaments nur um einen Fehler der Zone von wenigen Graden handeln kann. Aber man sieht, „Correctionen“ können etwas leisten, wenn sie sich nur aufmachen!

[2]) Aus diesen Rechnungen ergiebt sich für die säculare Beschleunigung des Mondes ein Betrag von 11,47 Bogensecunden, nur um 0,74 Secunden geringer als der von Hansen für die Mondtafeln adoptirte Werth. (S. Seite 138.)

ı neuerer Zeit so viele schon der altersgrauen Vergangenheit ent-
ssen worden sind. Diese Keilschrift stammt aus der Regierungszeit
es Königs Assurbanipal und lautet: Im Monate Tammuz fand eine
insternifs des Herrn des Tages, des Gottes des Lichtes statt; die
ıtergehende Sonne liefs ab zu leuchten, und ich liefs davon ab ...
. . . Tagen den Krieg gegen Elam zu beginnen.“ Ein zweites
ifelchen rührt nach Talbot von dem Befehlshaber einer militärischen
xpedition nach Aegypten her; dieser meldet dem Könige, dafs bei
r Finsternifs seine Soldaten „für die Wohlfahrt Assyriens in ihren
erzen bestürzt wurden“ und vor dem himmlischen Ereignisse aus
en Reihen gewichen seien. Die Untersuchung hat hier nur drei
nhaltspunkte: die muthmafsliche Regierungszeit Assurbanipals 668
s 625 v. Chr., die Bedingung, dafs es sich sehr wahrscheinlich um
ne bei Sonnenuntergang vorgefallene Finsternifs handelt, und die
s den Einrichtungen des assyrischen Kalenders hervorgehende An-
hme, dafs der Monat Tammuz mit unserem Juni oder Juli zu
entificiren ist. Zweifelhaft bleibt der Ort der Beobachtung; man
ıfs sich mit der Muthmafsung auf Ninive, der Hauptstadt Assyriens,
er auf Susa, der Capitale Elams, begnügen. Dennoch sind diese
enigen Behelfe hinreichend gewesen, diese alte Sonnenfinsternifs
t völliger Sicherheit rechnerisch nachzuweisen. B. Schwarz hat
rgethan, dafs es sich hier nur um die ringförmige Finsternifs vom
. Juni 661 v. Chr. handeln kann [1]). Hiermit ist für die Chronologie
r Zeit des Assurbanipal ein höchst wichtiger Markstein gewonnen
orden. Weniger entscheidend hat sich ein anderer Fall erledigen
ssen, der in einem Fragmente der Schriften des jonischen Dichters
chilochos vorliegt. Es heifst dort unter andern: „Kein Ding ist un-
wartet oder zu verschwören oder wunderbar, seitdem Zeus, der Vater
r Olympier, den hellen Tag in Nacht verwandelte, indem er das
cht der leuchtenden Sonne verhüllte; entsetzlicher Schreck kam über
e Menschen.“ Nach neueren Forschungen muthmafst man, dafs
rchilochos zwischen 700—640 v. Chr. und zwar wahrscheinlich zu-
eist auf Paros gelebt hat; erst in späterem Alter soll er nach Thasos
ersiedelt sein. B. Schwarz und Oppolzer, welche sich mit der Auf-
chung der in obigem Texte jedenfalls vorliegenden sehr bedeutenden
nnenfinsternifs beschäftigt haben, finden zwei grofse Finsternisse
4. April 657 und 5. April 648 v. Chr.), zwischen denen die Ent-
heidung einigermafsen schwierig ist, da die Totalitätszonen beider

[1]) Astr. Unters. üb. e. v. Archilochus u. e. in einer assyr. Inschr. erwähnte
nnenfinst. (Sitzb. d. k. Acad. Wien, 82. Bd. April 1883.)

der Auffälligkeit der Finsternifserscheinungen auf Paros und Thasos gleich günstig liegen. Um hier völlige Sicherheit zu erlangen, müfsten wir also derartige Werthe der Mondtafeln besitzen, dafs wir deren Richtigkeit für eine so weit zurückgreifende Zeit ohne weiters verbürgen könnten. Noch schwieriger gestalten sich die Verhältnisse bei einigen anderen Finsternifsnachrichten von offenbar sehr hohem Alter, beispielsweise einer wahrscheinlich der Zeit des Assyrers Asurnazirhabal angehörenden Finsternifs, wo der König davon spricht, dafs im ersten Jahre seiner Herrschaft „die Sonne, die Herrscherin der Welt, ihren günstigen Schatten über ihn warf"; oder bei der ältesten aller Sonnenfinsternisse, welche die Astronomie kennt, der im Schuking der Chinesen erwähnten. Den dunklen Worten mancher Bibelstellen endlich, mit denen Experimente auf Finsternisse gemacht worden sind, geht der Rechner am besten andächtig aus dem Wege.

Ein lebhafteres Interesse haben gegenwärtig mehrere übrigens schon längst rechnerisch festgestellte Sonnenfinsternisse, welche sich von römischen Schriftstellern erwähnt finden, und namentlich sind über sie jene Debatten wieder in Flufs gerathen, welche mittelst dieser Finsternisse feste Haltepunkte in den Fragen über die sehr verworrene Zeitrechnung der Römer zu gewinnen trachten. Es sind dies namentlich einige Finsternisse, von denen Livius, Obsequens und Dio Cassius uns Nachrichten hinterlassen haben. Ich will nur die wichtigste derselben, die sogenannte Ennius-Finsternifs, hervorheben. Darüber heifst es bei Cicero (de repub. I. 25): „Dies entging später auch unserem Ennius nicht, wie derselbe ungefähr 350 Jahre nach der Gründung Roms also schreibt: „„In den Nonen des Juni hinderte der Mond die Sonne und die Nacht."" Dieser Sache nun wohnt solche Bedeutung bei, dafs man von diesem Tage, den wir bei Ennius und in den annales maximi verzeichnet finden, die übrigen Sonnenfinsternisse hat bestimmen können bis zu jener,[1]) welche in den Nonen des Quinctilis unter Romulus stattgefunden hat." Um diese Finsternifs hat sich ein scharfer Streit unter den Philologen erhoben. Zunächst erfahren schon die Worte des Ennius eine verschiedene Interpretirung; während Einige darin eine bei Sonnenuntergang vorgefallene Finsternifs sehen, glauben Andere, dafs nur gemeint sei, der Mond habe sich vor die Sonne gestellt und auf diese Weise „Nacht" (resp. eine bedeutende Verdunkelung) erzeugt. Endlich sind von einer Seite Zweifel gegen die von Cicero angegebene Jahreszahl erhoben worden. Auf diese Weise ist

[1]) Nämlich durch Zurückrechnung mittelst der chaldäischen Periode.

es erklärlich, wenn nun gleichzeitig vier Sonnenfinsternisse den Anspruch erheben, für die Finsternifs des Ennius gelten zu dürfen. Die ältere Ansicht, die von der Annahme einer bei Sonnenuntergang stattgefundenen Finsternifs ausgeht und auch die Bedenken gegen die Jahreszahl zurückweist, bleibt bei der Finsternifs vom 21. Juni 400 v. Chr. stehen, die in der That in Rom höchst bemerkenswerth gewesen sein mufs, da im Momente des Untergehens der Sonne fast 10 Zoll bedeckt waren. Eine andere Meinung kommt auf die ebenfalls bei Sonnenuntergang stattfindende Finsternifs vom 12. Juni 391 v. Chr., die in Rom 8 Zoll betrug. Die freieren Auffassungen der ciceronischen Stelle wenden sich der Finsternifs vom 6. Mai 203 v. Chr. zu, die in Rom um 3 Uhr 18 Minuten Nachmittag eintrat und nur $6^1/_2$ Zoll grofs war; endlich plädirt Jemand gar für die Finsternifs vom 4. Mai 249 v. Chr., obwohl diese zu Rom fast ganz unsichtbar gewesen sein mufs. Man sieht, klar ist die Sachlage nicht! — Es wäre hier noch der Sonnenfinsternisse vom 17. Februar 478, 15. September 340, 11. Februar 217, 14. März 190 v. Chr. u. e. a. zu gedenken, auf welche mehrere Stellen bei Livius bezogen werden und in denen man Stützen für den Gang des römischen Kalenders gesucht hat. Bei diesen Identifizirungsversuchen ist es nicht immer gerade astronomisch zugegangen; namentlich findet man die Gefahr wenig vermieden, dafs Sonnenfinsternisse zu Trägern chronologischer Systeme gemacht werden, die von einem auf die Beobachtung mittelst freiem Auge hingewiesenen Volke, wie es die Römer waren, kaum haben bemerkt werden können.[1])

Ich schliefse meinen Aufsatz mit einer Sonnenfinsternifs, die einigen Gelehrten des vorigen Jahrhunderts nicht weniges Kopfzerbrechen verursacht hat, nämlich mit der angeblichen Finsternifs, die nach der Bibel (Matthäus XXVII 50) bei der Kreuzigung Christi stattgefunden haben soll. Obwohl diese Bibelstelle durchaus nicht klar spricht und ohne jeden Zwang auf meteorologische Vorgänge gedeutet werden darf, haben schon einige der ersten Kirchenväter in der übrigens hier schon erwähnten Nicäischen Finsternifs (24. November 29 n. Chr.) eine astronomische Bestätigung sehen zu müssen geglaubt. Die Forschungen des Mittelalters beschäftigten sich hauptsächlich damit, wie die Schwierigkeit, nach welcher die Sonnen-

[1]) Den Interessenten empfehle ich meinen „Finsternifs-Canon für das Untersuchungsgebiet der römischen Chronologie“ (Sitzungsber. d. K. preufs. Akad. d. W. 1887. LII.) und den Artikel „Ueber die Möglichkeit, Sonnenfinsternisse mit freiem Auge zu sehen, mit besonderer Rücksicht auf die Römer.“ (Wochenschr. f. klass. Philol. Berlin 1888 Nr. 7.)

finsternifs bei Vollmond statt bei Neumond eingetreten sein müfste, zu beseitigen sei, da an der Thatsache, dafs Christus vor dem Passahfeste der Juden gekreuzigt worden ist, dieses Fest aber nur bei Vollmond gefeiert wird, nicht gerüttelt werden konnte. Da hilft nun kein anderes Argument, als dafs die Finsternifs „gegen den natürlichen Lauf der Dinge“ eingetreten sei, wie schon Andreas Müller (1685) behauptet, indem er sie mit der von chinesischen Annalen aus dem 7. Jahre des Kuang-wu-ti als sehr bedeutend gemeldeten Sonnenfinsternifs vom 10. Mai 31 n. Chr. identifizirt. Nach den kritischen Untersuchungen unseres Jahrhunderts, namentlich von Ideler und den neueren von Zumpt und Sepp, mufs das Kreuzigungsjahr zwischen 29—32 n. Chr. gesetzt werden, und es könnte wohl sein, dafs die Sonnenfinsternifs vom Jahre 29 n. Chr. auf jene der Bibel eine Beziehung hat; dem steht aber die nicht leicht zu beseitigende Angabe entgegen, dafs der Todestag Christi ins Frühjahr gefallen ist, und der 14. Nisan (3. April) des jüdischen Kalenders ein Freitag gewesen sein soll Nun fällt auf den 3. April 33 n. Chr., wie schon Calvisius gesehen, eine Mondfinsternifs, und Ferguson (1756), der die Vollmonde von 28—36 n. Chr. bei derselben Frage berechnet, macht darauf aufmerksam, dafs der 3. April 33 thatsächlich ein Freitag ist. Ist also die traditionelle Anschauung der Kirche, den Todestag Christi vor Eintritt des Passahfestes zu setzen, die richtige, so ist sehr grofse Wahrscheinlichkeit, dafs der Tod Christi von dieser Mondesfinsternifs begleitet gewesen ist. Die Finsternifs, die übrigens schon Gegenstand vielfältiger Berechnung gewesen ist, war zu Jerusalem partiell und nur das Ende derselben sichtbar; nach meiner Rechnung würde das Ende um 6 Uhr 54 Minuten Abends stattgefunden haben.

Zuletzt noch ein kurzer Blick auf die verschiedenen Ausdrucksweisen, mit welchen die historischen Quellen die Sonnenfinsternisse bezeichnen. Die griechischen Schriftsteller verwenden für die Anzeige einer Sonnenfinsternifs fast ausschliefslich das Wort „eclipsis“, die lateinischen Autoren die Bezeichnung „defectio solis“ (Abnahme der Sonne), nur dann und wann wird „obscuratio“ (Verdunkelung) gebraucht; partielle Finsternisse werden als eine „Verminderung (Verkleinerung) der Sonnenscheibe“ hingestellt. Die mittelalterlichen Annalen der lateinisch schreibenden Mönche führen überwiegend den griechischen Ausdruck „eclipsis“; partielle Verfinsterungen werden zumeist durch Vergleich mit dem Alter der Mondsichel charakterisirt („die Sonne erschien wie die 3. Mondsichel“); die mittelhochdeutsch geschriebenen Berichte sprechen von einem „Vergehen“ oder „Ver-

vandeln" der Sonne, die böhmischen Chronisten vom „Verlöschen". Vesentlich anders verhalten sich die chinesischen Annalen. Obwohl vir bei den Gelehrten Chinas schon frühzeitig eine richtige Vortellung von der Entstehung der Sonnenfinsternisse finden (z. B. bei 'u-ju im 3. Jahrh. n. Chr.), gebrauchen die Schriften vielfach Ausrücke wie für eine Bedrohung der Sonne, namentlich das Zeichen Ki", das für die Beendigung einer Mahlzeit gilt und womit definirt verden soll, dafs die Sonnenscheibe (bisweilen „tsin" = vollständig) ufgegessen oder ausgeschöpft worden sei[1]). Seltener angewendet verden die Prinzipien „Jang" und „Jin", die in der alten Philosophie Chinas eine grofse Rolle spielen, und in deren Gegenwirkung man lie Ursache der Finsternisse sah. Für beide Bezeichnungsarten folgen ier zwei Beispiele aus dem Heu-han-schu: „Am Tage ping-jin dauerte lie Finsternifs lange, denn viel wurde von der Sonne aufgezehrt"; ind: „Am Tage der Finsternifs wurde „Jang", das Licht, geschwächt ind die Finsternifs („Jin") trachtete sich emporzuschwingen". Uebrigens st bei den Chinesen jede Finsternifs ein „Unglück", wenn auch oft ur im astrologischen Sinne und mufs darum durch Opferungen verütet werden. Wir nehmen es ihnen nicht übel; können sich doch lie christlichen Mönche Europas eines gewissen Aberglaubens nicht rwehren, indem sie nicht wenige Sonnenfinsternisse gerne mit Pest der „grofsen Sterben der Menschheit", Fluthen und Stürmen, zuammenreimen.

[1]) Die Chinesen folgen darin nur einer bei den meisten ostasiatischen 'ölkerschaften gangbaren Auffassung. Bei den Indern ist es eine Verfolgung der onne durch ein Ungethüm; ähnlich bei den Macassaren auf Celebes; bei den Bewohnern von Sumatra ein Kampf der Sonne mit dem Monde, der auf egenseitiges Auffressen hinausläuft. Aehnliche Mythen treffen wir bei den 'übetanern und Mongolen.





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

III. Die Sphären.

Unsere letzten Betrachtungen, durch welche wir der Einrichtung des Weltgebäudes näher zu kommen suchten, haben uns zur Erdausmessung geführt, da es unsern Bemühungen nicht gelang, einen direkten Berührungspunkt zwischen dem Himmel und unserer irdischen Scholle zu erreichen. Durch die Betrachtung der Gestirne in ihrer veränderlichen Stellung zum Horizonte war es uns gelungen, jene Gröfse der Erde zu bestimmen, während wir doch nur einen kleinen Theil ihrer Oberfläche dabei zu durchwandern brauchten.

Jene ersten Erdausmesser aus vorchristlicher Zeit mögen in nicht geringe Verwunderung gerathen sein, als ihre logischen Schlufsfolgerungen einen für ihre Begriffe so ungeheuer grofsen Erdumfang ergaben. Die primitiven Hülfsmittel der Fortbewegung, welche ihnen damals zu Gebote standen, die Schwierigkeiten der topographischen Beschaffenheit des Landes, welche ihre Ingenieure noch nicht zu überwinden vermochten, hatten den Umfang der damals bekannten Welt in recht geringe Grenzen eingeschränkt, die sich um den damaligen Mittelpunkt der Civilisation wohl kaum mit einem Radius von 400 Meilen ausbreitete. Da es nun eine alte Erfahrung ist, dafs der Mensch, je beschränkter seine Kenntnisse sind, um so hochmüthiger von sich selbst denkt, so mochten wohl beispielsweise die Zeitgenossen eines Alexander des Grofsen glauben, dafs sein Schwert nahezu die gesamte Welt erobert habe, während doch Eratosthenes, auf dem Resultate seiner Erdmessung fufsend, leicht hätte beweisen können, dafs diese bekannte Erdscholle kaum den 4000sten Theil der wirklichen Erd-

›berfläche ausmacht. Staunend erzählte man sich damals, um sich inen ungefähren Begriff von dieser Gröfse zu verschaffen, dafs ein Fufsgänger mehr als ein Jahr unausgesetzt Tag und Nacht wandern nüsse, um die Erde zu umkreisen. Heute sind wir, was diese Anchauung über die Gröfse der Erde betrifft, bei weitem blasirter geworden und Tausende sehen jetzt, was früher als den sichern Tod ›ringende Tollkühnheit erschienen wäre, als eine amüsante Spazierahrt an und führen die Reise um die Erde nöthigenfalls in 80 Tagen us. Ja, wollte irgend ein reicher Engländer seine Millionen dazu ergeben, geradlinig sich fortsetzende Schienenstränge in bestimmter Richtung um die Erde zu schlagen, und ihre Endpunkte an den Meeresküsten durch direkte Dampferlinien verbinden, so könnte er ich das Vergnügen erlauben, im Verlaufe unseres kürzesten Monats, l. h. in nicht mehr als 28 Tagen, die Erde mit Eilzuggeschwindigkeit u umkreisen. Unser Planet ist in dem Aufschwunge, welchen wähend der beiden letzten Jahrhunderte unsere Fassungskraft genommen at, einerseits durch die Entdeckung der neuen Welttheile, andererseits durch den verschärften Blick, den uns das Fernrohr in die Unndlichkeit des Weltgebäudes gewährt hat, wahrlich sehr klein georden und die Menschheit wird bald sehnlichst nach einem neuen Columbus verlangen, der ihr den Weg zu einer andern gröfsern Erde berbrückt. Freilich wird sie danach wohl ewig vergebens suchen nüssen. Unsere Füfse bleiben an unsern Planeten gebunden und nur nser Geist kann darüber hinaus sich in die Organisation fremder Velten hinüberdenken. Diese höhere Columbusaufgabe ist es eben, velche uns zu dieser Betrachtung veranlafst hat.

Indem wir deshalb unsere Schlufskette weiter zu spinnen trachten, nüssen wir uns in die Beobachtung des Himmels, den wir niemals nit unsern Händen erreichen können, näher vertiefen und heften unser ugenmerk zu diesem Ende zunächst auf Sonne und Mond, die beiden uffälligsten und in unsere Lebensbeziehungen offenbar mannigfaltig ingreifenden Himmelskörper.

Wir sehen, dafs es kreisrunde Scheiben zu sein scheinen, welche n die umkreisende Himmelsdecke irgendwie geheftet sind. Dafs diese Iimmelskörper in Wirklichkeit sehr grofs sein müssen, konnten wir chon aus früheren Betrachtungen ableiten, da sie uns bei unserer igenen Ortsveränderung unveränderlich grofs erscheinen und folglich ehr weit von uns entfernt sind. Es kommt uns nun zunächst darauf n, durch augenscheinliche Beweise zu konstatiren, dafs diese Himmelsörper sogar an Gröfse mit der Erde mindestens wetteifern; denn erst

durch solche Ueberzeugung kann sich unsere vorläufig noch enge Weltanschauung vorbereitend erweitern. Zwar ist das bisher aus oberflächlicher Betrachtung gesammelte Material allein noch zu gering, um wirkliche Ausmessungen von den Entfernungen und Gröfsen am Himmel vornehmen zu können und wir wollen vorläufig auch nur eine obere Grenze bestimmen, von welcher aus wir schrittweise zu genaueren Resultaten gelangen werden. Auf diesem selben Wege der Annäherung, welchen wir jetzt einschlagen, sind in der That alle astronomischen Resultate nach und nach ermittelt worden.

Bereits in unserm ersten Artikel (S. 108 und 9) haben wir gesehen, wie man die Entfernung des Mondes durch die genaue Bestimmung seiner scheinbaren Gröfse ermitteln kann: wenn man ihn einmal während seiner Stellung genau über unserm Scheitel ausmifst, ein anderes Mal, wenn er sich im Horizont befindet. Als damals die Methode solcher Messungen kurz erklärt wurde, war zwar die Richtigkeit der angenommenen Prämissen noch nicht bewiesen; wir kannten die Gestalt und Gröfse der Erde noch nicht. Das ist jetzt nachgeholt, und eine Zeichnung, die sich Jedermann selbst sofort entwerfen kann, zeigt ohne weiteres, dafs der Mond im Scheitelpunkte oder Zenith uns beinahe um den Halbmesser der Erdkugel, d. h. also um ca. 860 Meilen oder rund 3100 Kilometer näher steht, als wenn wir ihn im Horizonte sehen. Da nun, wie wir uns jederzeit überzeugen können, jeder Gegenstand in genau demselben Verhältnifs gröfser oder kleiner erscheint, in welchem wir uns von ihm entfernen, oder ihm näher rücken, und da wir ferner mit unsern Mefsinstrumenten entdeckt haben, dafs die scheinbare Gröfse des Mondes zwischen Zenith und Horizont um etwa ein Sechzigstel seines Durchmessers schwankt, so können wir daraus ohne weiteres entnehmen, dafs der Mond 60 mal 860, also rund 52 000 Meilen von uns entfernt steht. Ja, wir können nun noch weiter gehen und die wahre Grösse des Mondes ausmessen, indem wir seine scheinbare Gröfse mit der eines bekannten Gegenstandes vergleichen, der sich in bekannter Entfernung von uns befindet. Um ebenso viel nämlich, wie dieser bekannte Gegenstand uns näher steht, als die ebenfalls bekannte Entfernung des Mondes beträgt, um eben so viel wird offenbar der Mond gröfser sein als dieser Gegenstand, wenn letzterer in der gegebenen kleineren Entfernung den ersteren gerade verdeckt. Führen wir einmal das Experiment in Wirklichkeit aus.

Wir müssen zu dem Ende zunächst die scheinbare Gröfse des Mondes möglichst genau bestimmen; wie das durch Winkelinstrumente ermöglicht wird, mag meinen Lesern völlig klar sein; ich will aber

der gröfsern Durchsichtigkeit der Methode wegen ein einfacheres Mittel anwenden und eine kleine runde Scheibe nehmen, die ich so lange vor den Augen hin und her bewege, bis sie in einer bestimmten Entfernung den Mond genau verdeckt. Wir werden finden, dafs uns dies gelingt, wenn wir die Scheibe genau 9 mm. grofs nehmen und sie in einer Entfernung von einem Meter von den Augen aufstellen. Dann repräsentirt die Ausdehnung dieser Scheibe einen Winkel von etwa 31 Bogenminuten oder eben den Durchmesser des Mondes. Diese Erkenntnifs genügt nun völlig, nachdem die Entfernung des Mondes bekannt geworden ist, um die Grösse desselben mit zwingender Logik zu bestimmen, denn der Mond mufs offenbar um eben so viel grösser als 9 mm. sein, wie die Entfernung unseres Scheibchens von unserem Auge geringer ist als die des Mondes. Wir hatten vorher gefunden, dafs der Mond etwa 52000 Meilen von uns absteht. Rechnen wir diese Zahl in Meter um, indem wir sie mit 7410 multipliziren, so finden wir, dafs der Mond ca. 385 Millionen Meter von uns absteht. Diese Zahl multipliziren wir mit 9 mm., um den Durchmesser des Mondes unmittelbar gleich 3465000 Meter oder 468 Meilen zu erhalten, was haarscharf zu beweisen war.

Diese neue Erkenntnifs, welche wir vom Himmel abgelesen haben, eröffnet uns sofort eine bedeutend erweiterte Anschauung vom Weltgebäude, denn wir erkennen nun, dafs zum mindesten die beiden Hauptgestirne, welche Tag und Nacht regieren, an Gröfse unserer Erde beinahe ebenbürtig sind; der Durchmesser unserer Erde übertrifft den des Mondes in der That nur um etwa $3\frac{1}{2}$ mal. Die Sonne aber ist zweifellos noch viel gröfser, wie wir nun gleichfalls leicht erkennen, da dieselbe offenbar viel weiter von uns entfernt steht als der Mond. Das läfst sich sofort während der Sonnenfinsternisse erkennen, weil wir immer nur die Sonne hinter den Mond treten sehen, niemals umgekehrt. Nun zeigt es sich ferner, dafs die Methode, nach welcher wir bisher die Entfernung des Mondes ausgemessen hatten, bei Anwendung auf die Sonne gänzlich versagt, da sich ihre scheinbare Grösse für unsere Mefsinstrumente während ihrer täglichen Reise vom Aufgang zum Untergang durch die blofse Verschiedenheit der Entfernung vom Beobachter nicht merklich verändert. Es läfst sich daraus leicht absehen, dafs die Sonne nicht blofs etwa ein- oder zweimal, sondern mindestens zehn oder noch viel mehrmal so weit von uns absteht als der Mond und folglich, da sie nahezu ebenso grofs erscheint wie der letztere, auch noch mindestens zehn- oder mehrmal so grofs in Wirklichkeit sein mufs als dieser. Sie ist also auf jeden Fall ein gröfserer

Himmelskörper als unsere Erde und bei dieser Erkenntnifs wollen wir es zunächst bewenden lassen.

Der unmittelbare Anblick der Mondoberfläche durch ein leidlich gutes Fernrohr läfst aber des weiteren erkennen, dafs derselbe nicht etwa, wie es der oberflächliche Augenschein vielleicht muthmafsen liefse und wie dem ganz naiven Beobachter auch unsere Erde erscheint, eine Scheibe ist, sondern gleichfalls eine Kugel. Wir erkennen nämlich



Ein Theil der Mondoberfläche nach Lohrmann.

auf der Oberfläche des Mondes eine grofse Anzahl von Unebenheiten, welche, nachdem wir uns von der bedeutenden Gröfse dieses Himmelskörpers überzeugt haben, sofort den Eindruck von Gebirgen auf uns machen. Viele tausende dieser eigenthümlichen Gebirgsformationen, von denen eingehender zu reden hier nicht der Ort ist, haben die deutlich ausgeprägte Form von Kraterwällen und sind, wenn man sie auf der Mitte der Mondscheibe findet, fast völlig kreisrund. Niemals

ft man hier langgestreckte ovale Gebilde dieser Art. Je mehr n aber das Auge gegen den Rand des Mondes hinschweifen läfst, lliptischer stellen sich diese Gebilde dar und zwar stets so, dafs kleinste Durchmesser dieser Ovale oder Ellipsen senkrecht gegen Rand des Mondes gerichtet ist. Auf der hier beigefügten Repro- tion eines Theiles der berühmten Lohrmannschen Mondkarte fällt e eigenthümliche Erscheinung dem ersten Blicke auf. Es bedarf einer sehr geringen geometrischen Vorstellungsgabe, damit uns ser Augenschein sofort von der Kugelgestalt des Mondes überzeuge, offenbar diese Gebilde gegen den Mondrand hin in Wirklichkeit enso kreisförmig sind wie in der Mitte und nur durch die schiefe chtung, in welcher die Gesichtslinie diese Gegenden trifft, in eben ser Richtung verkürzt erscheinen.

Ganz ähnliche Wahrnehmungen kann man auch auf der Sonne chen, wenngleich es auf derselben keine festen beständigen Objekte bt; doch bemerkt man auf ihr gelegentlich die sogenannten Sonnen- ke, welche öfters mehrere Wochen lang nicht allzu wesentlich ihre rm ändern, aber offenbar infolge einer Umdrehung der Sonne um h selbst in bestimmten Bahnen über die scheinbare Scheibe derselben ziehen und dabei, sobald sie dem Rande sich nähern, ähnliche per- ektivische Verkürzungen darbieten, wie wir sie auf dem Monde so tlich wahrnehmen.

Unsere Anschauungen vom Weltgebäude haben sich durch diese nen Erfahrungen abermals ganz wesentlich erweitert: Wir haben kannt, dafs es aufser der Erde noch zwei grofse Körper giebt, welche an kugelförmiger Gestalt völlig gleich sind und sie an Ausdehnung ar im Falle der Sonne übertreffen. Welche ganz gewaltigen Vor- rungen mufs hier die göttliche Macht getroffen haben, um diese geheuren Körper hoch über unsern Häuptern in gewaltigem Schwunge die Erde kreisen zu lassen! Dafs so ungemein grofse Kugeln nicht a frei über uns schweben könnten, ohne vernichtend auf uns ab zu stürzen, ist, so weit unsere Kenntnifs von der Weltordnung jetzt reicht, absolut undenkbar. Es bleibt, wenigstens vorläufig, hts Anderes übrig, als auch ihnen je einen grofsartigen Sphärenbau uweisen, wie es derjenige ist, welcher die Schar der Fixsterne im wunge um die himmlischen Pole führt. Denn dafs diese Fixstern- äre selbst nicht genügt, um etwa daran Sonne und Mond zu be- igen, zeigt die am Monde unmittelbar, an der Sonne wenigstens irekt anzustellende Beobachtung, dafs beide Himmelskörper noch e besondere, von den Fixsternen unabhängige Bewegung besitzen,

welche den Mond in etwa einem Monat, die Sonne in einem Jahre einmal so vor der Fixstern-Sphäre herum führt, dafs sie erst nach Ablauf der genannten Frist auf dieselbe Stelle jenes zuerst nothwendig befundenen Gewölbes zurückkehren. Wir müssen also mindestens drei Sphären annehmen, welche konzentrisch mit demselben Mittelpunkte der Erde sich über einander wölben.

Zu diesen Sphären können wir sogleich mindestens noch fünf andere hinzufügen, an welche fünf überaus helle Sterne zu heften sind, die sich von den übrigen selbst bei oberflächlicher Beobachtung dadurch auffällig unterscheiden, dafs sie unter ihnen umherwandeln und nicht wie die übrigen am Gewölbe wie festgenagelt sind. Wir kennen diese Sterne längst und nennen sie die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn. Wir wissen heute selbst, dafs es aufser diesen alten Planeten noch zwei gröfsere, Uranus und Neptun, und eine Schar von einigen 280 kleineren giebt, welche letzteren alle nur mit dem Fernrohr erkennbar sind. Wir wollen indefs alle diese hier ignoriren, um die Parallele der historischen Entwickelung der Weltansicht nicht zu verlassen.

Da die oberflächliche Beobachtung ergiebt, dafs die Bewegung jener älteren fünf Planeten verschieden schnell statfindet, und zwar bei Merkur und Venus nur im Durchschnitt ebenso schnell wie diejenige der Sonne, aber mit gröfseren, vom Merkur zur Venus zunehmenden Schwankungen, dagegen für die folgenden drei in derselben Reihenfolge langsamer, wie ihre Namen oben angeführt wurden, so nahm man schon früher mit einem gewissen Grade von Berechtigung an, dass der schnellere dieser Himmelskörper auch der uns näher stehende sei und dafs man demnach die Sphären etwa in der Reihenfolge Mond, Sonne, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, übereinander setzen müsse, um den ganzen himmlischen Bau endlich mit der Fixsternsphäre, dem sogenannten Primum mobile zu krönen. Diese Sphären dachte man sich aus durchsichtigstem Krystall, aber so fest gebaut, dafs sie eben jene grofsen Himmelskörper zu tragen und mit ihnen um eine feste unsichtbare Axe umzuschwingen vermochten.

Diese neue Weltansicht der Sphären bringt uns in der historischen, mit der logischen Entwickelung parallel verbundenen Stufenfolge, gegen die einfachere Ansicht von Anaximander um etwa $1^1/_2$ Jahrhunderte vorwärts. Die Idee der Sphären wird zuerst mit völliger Deutlichkeit von Eudoxus, sowie von seinem Zeitgenossen und Freunde Plato in dessen „Republik“ gelehrt, während es allerdings zweifellos ist, dafs bereits Pythagoras oder doch seine Schüler an dieselbe gedacht hatten.

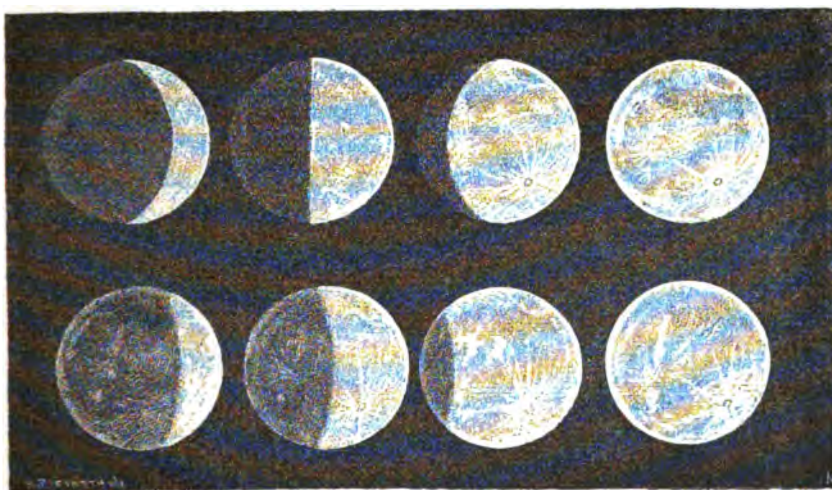
Man leitete bekanntlich aus dieser Idee die der Sphärenmusik ab, indem man zunächst jede der sieben Planetensphären mit einem der sieben Töne der Octave verglich; der achte, die höhere Octave, stellte eben das Primum mobile, die Fixsternsphäre, dar. Man war davon überzeugt, dafs der Umschwung dieser gewaltigen Hohlkugeln, an denen so grofse Körper wie Sonne und Mond befestigt waren, ebenso wie die schnell umschwingenden Räder irgend einer mechanischen Vorrichtung einen Ton von sich geben müfste und dafs das Zusammenklingen der verschiedenen, so erzeugten Töne, (indem man gelegentlich auch das Verhältnifs der einzelnen Planetenbewegungen sich wie das von Terzen oder Quarten zu einander nach Belieben anordnete), zu einer wundervollen Harmonie zusammenklingen müfste, welche das ganze Universum mächtig durchdringt. Nur wir unvollkommenen Erdgeborenen, so meinte man, können diese himmlische Musik nicht hören, welche das ewige Entzücken der Olympier ist. Die Pythagoräer, welche, angeregt durch die merkwürdigen Entdeckungen einfacher Zahlenverhältnisse für die Längen von schwingenden Saiten, die zusammenklingend einen wohlgefälligen Einklang für unser Ohr erzeugen, in solchen Zahlenverhältnissen das ganze Geheimnifs der Weltordnung verborgen glaubten, haben offenbar zugleich einen ganz besonders nachhaltigen Anstofs zur nähern Beobachtung der Bewegung der Himmelskörper gegeben. Ja, diese oft belächelte Mystik der Zahlen, die sich in seltsamen Spielereien in alle Wissenszweige der Natur einzudrängen verstand und bis in das hohe Mittelalter hinein die philosophische Naturbetrachtung beherrschte, trug dennoch den Keim in sich, welchem wir das Aufblühen und die Entwickelung unserer modernen exakten Naturforschung und zwar nicht nur auf dem Gebiete der Astronomie verdanken. Kepler selbst, der grosse Reformator der theoretischen Astronomie, stand auf dem Boden dieser Zahlenmystik, als er seine so viel Licht über die Weltordnung verbreitenden Untersuchungen begann; und die in seinem Erstlingswerke, dem Mysterium cosmographicum, niedergelegten Resultate sind noch nichts weiter als mathematisch verfeinerte Variationen über dieses selbe Thema mystischer Zahlenverhältnisse; er setzte nur für die Zahlen die bekannten geometrischen Hauptkörper. Wie er dann später zu seinen umwälzenden Grundregeln der Planetenbewegung gelangte, werde ich in einem spätern Abschnitte dieser Betrachtung näher auseinandersetzen; an dieser Stelle kam es mir nur darauf an zu zeigen, wie selbst für uns so seltsam wie möglich erscheinende Ideen in mystischer und dunkler Umhüllung tiefe und fruchtbringende Wahrheit

enthalten können. In der Harmonie der Weltsphären ahnte das kindlich naive Gemüth, dem in der Naturbetrachtung noch wenig Erfahrungen vorlagen, den gewaltigen Gedanken von der Einheit der weltregierenden Naturkräfte, welchen uns jede neue Entdeckung im weiten Bereiche der Natur immer lebendiger vorführt und der die gesamte Naturforschung unserer Zeit erfüllt und lenkt.

Der Drang, Näheres über die Ordnung der Welt zu erfahren, regte, mit je mysteriöseren Ideen man das Walten der Natur umgab, desto lebhafter und unwiderstehlicher zur Beobachtung an. Als man deshalb die Anzahl der Sphären erkannt hatte, war es begreiflich, dafs man es versuchte, die näheren Bewegungsbedingungen derselben zu ergründen. Man machte dabei die Wahrnehmung, dafs der Mond etwa nach einem Monat, die Sonne nach einem Jahr, Mars nach zwei, Jupiter nach zwölf und endlich Saturn nach dreifsig Jahren wieder zu derselben Stelle des Fixsternhimmels zurückkehrten, und nahm demgemäfs an, dafs diese Planeten (denn man belegte selbstverständlich Sonne und Mond damals gleichfalls mit diesem Namen) ungefähr in demselben Verhältnifs, wie sie sich langsamer bewegten, von uns entfernt stehen müfsten. Merkur und Venus zwar sind in dieses Sphärensystem schwer einzuordnen wegen der Eigenthümlichkeit ihrer Bewegung, welche uns später noch viel zu denken geben wird. Nehmen wir aber die gröfsten beobachteten Geschwindigkeiten der Himmelskörper als Mafsstab für ihre Entfernung, so müfsten wir wohl diese beiden Planeten zwischen Mond und Sonne rangiren. Eine andere direkte Art der Entfernungsbestimmungen stand den Astronomen des Alterthums beim gänzlichen Mangel an feineren Mefsinstrumenten nicht zu Gebote.

Inzwischen aber hatte man noch manche anderen merkwürdigen Beobachtungen, ganz besonders an Sonne und Mond, gemacht. Dafs der Mond Phasen zeigt, konnte natürlich den allerersten Beobachtern nicht entgehen; aber man bemerkte auch sehr bald, dafs die Lage des Mondes während seiner verschiedenen Phasen in ganz bestimmten Beziehungen zur Sonne steht. Ich will mich hier nicht länger bei der Beschreibung dieser jedem Kinde bekannten Thatsachen aufhalten. Man kann sich den Beweis dafür, dafs diese Phasen eine Folge der Sonnenbeleuchtung der an sich dunkeln Mondkugel sind, leicht durch den Augenschein selbst verschaffen, indem man eine weifse Kugel rings um eine Lichtquelle herum führt, wobei sich die Mondphasen auf dieser Kugel zeigen werden. Diese Erscheinung bildet also einen nachträglichen Beweis von der Kugelgestalt des Mondes.

Manchmal jedoch sehen wir die Beleuchtung des Mondes in ganz verschiedener Weise sich verändern. Es scheint, als ob sich, und zwar in viel schnellerem Tempo als sonst die Phasen regelmäſsig wechseln, bereits im Laufe von wenigen Stunden ein dunkelrother, kreisrunder Schatten über den Mond hinzieht, durch welchen meistens die verdeckten Theile desselben noch mattröthlich hindurchschimmern. Wir wissen, daſs man eine solche Erscheinung eine Mondfinsterniſs nennt. In der beifolgenden Reihe von Mondbildern, welche oben die bekannten Phasen des Mondwechsels, unten die entsprechenden einer Mondfinsterniſs zeigen, erkennt man sofort die charakteristische Verschiedenheit des Anblicks dieser beiden Phänomene.



Phasen des Mondwechsels und der Mondfinsterniſs.

Jedermann hat bereits eine Mondfinsterniſs gesehen. Wer sich jedoch diesen Anblick in nächster Zeit noch einmal verschaffen will und es nicht scheut, deswegen ein wenig frühe aufzustehen, der kann bei günstigem Wetter in der Nacht vom 16. auf den 17. dieses gegenwärtigen Monats Januar eine solche in Berlin beobachten, bei welcher allerdings nur etwa sieben Zehntel der ganzen Mondscheibe verdeckt werden. Die näheren Umstände derselben findet der Leser in einem anderen Theile dieses Heftes angegeben.

Wir machen hierbei eine merkwürdige Wahrnehmung, welche wir in unsere Weltordnung einzureihen versuchen müssen. Den ältesten Völkern mag die Erklärung dieser Thatsache wohl recht viel vergebliches Kopfzerbrechen gekostet haben, da wir bei ihnen manchen seltsamen Aberglauben, so beispielsweise auch von Unthieren, welche

den Mond fressen, und die sie deshalb, sei's durch Gebet oder durch höllisches Geschrei oder endlich durch Gewalt mit Hilfe ihrer Schiefswaffen zu vertreiben suchen, vorfinden. Aber in jener Zeit blühenden Hellenenthums, das uns hier schon vielfältig beschäftigt hat, und bis auf welches die Kette unserer logischen Schlüsse uns bisher führte, keimten auch hierüber klare und richtige Gedanken auf.

Es war wiederum jener grofse Denker Pythagoras, welcher wahrscheinlich auf Grund noch viel älterer babylonischer Beobachtungen und Theorien, darauf aufmerksam machte, dafs jener Schatten, der bei Mondfinsternissen das schöne Gestirn überdeckt, nichts anderes als unser eigener Erdschatten sein könne, da die Mondfinsternisse ausschliefslich nur stattfinden, wenn die Scheibe des Mondes voll beleuchtet ist, d. h. wenn er genau der Sonne, die ihn beleuchtet, gegenübersteht. Die undurchsichtige Erde mufs natürlich um diese Zeit ihren Schattenkegel in der Richtung des Mondes in das Universum hinauswerfen, welche Ansicht man auch über die Welteinrichtung sonst haben mag, und es war eigentlich nur zu verwundern, dafs nicht jedesmal bei Vollmond eine Mondfinsternifs stattfindet. Dies war eben nur dadurch zu erklären, dafs der Mond dann manchmal unter und manchmal über dem Erdschatten vorüberzieht, seine Bahnebene also nicht völlig mit der Sonne übereinstimmt. Pythagoras wies auch darauf hin, dafs die weitere Wahrnehmung von der stets kreisrunden Begrenzung des Erdschattens, welcher auf den Mond fällt, einen an sich völlig strengen Beweis von der Kugelgestalt der Erde abgiebt. Denn wäre beispielsweise die Erde eine Scheibe oder eine Walze, wie es einst Anaximander gelehrt hatte, so müfste bei den verschiedenen Mondfinsternissen die Begrenzungslinie des Erdschattens offenbar sehr verschiedene Formen annehmen; nur eine Kugel allein wirft unter den obwaltenden Beleuchtungsverhältnissen immer einen gleichgeformten Schatten.

So hat uns die immer mehr eingehende Beobachtung der Himmelserscheinungen unvermuthet neue, gewissermafsen überschüssige Beweise von Thatsachen, wie die Kugelgestalt der Erde und des Mondes, gegeben, welche schon mit logischer Kraft erbracht worden waren. Dieser Umstand ist uns von hohem Interesse, indem er gleichzeitig zeigt, dafs auch die übrigen Ansichten von der Weltordnung, so weit sie zum Zustandekommen dieser Beweise nöthig sind, richtig sein müssen.

Die aufmerksame Verfolgung der eindrucksvollen Erscheinung einer Mondfinsternifs giebt uns auch noch eine andere Bestätigung

einer vorhin schon gefundenen Thatsache. Wir können nämlich dadurch direkt vom Himmel ablesen, dafs die Sonne gröfser sein mufs als die Erde.

Dieser Beweis ist folgendermafsen leicht zu führen: die direkte Anschauung zeigt unmittelbar, dafs der Schattenkegel, welchen eine dunkle Kugel hinter sich wirft, spitz zuläuft, wenn der leuchtende Gegenstand grösser ist als diese Kugel, dagegen sich nach hinten erweitert, wenn die Lichtquelle kleiner ist als der Schatten werfende Körper. Man kann dieses Experiment jederzeit im eigenen Zimmer ausführen. Nun zeigt es sich bei den Mondfinsternissen, dafs die kreisförmige Begrenzung des Schattens, welcher dann in den Mond vortritt, zu einem vollen Kreise ausgezogen, eine Scheibe ergiebt, die am Himmel eine etwa $2^1/_2$ mal im Durchmesser grössere Fläche bedeckt, als die scheinbare Mondscheibe. Es ist also eine Thatsache, dafs der Erdschatten in der Entfernung des Mondes um ebenso viel mehr im Durchmesser hält, als der Mond selbst.

Wissen wir nun, was ja die direkten Messungen uns in der That ergeben haben — während wir über die Entfernung und die Gröfse der Sonne keine solchen anstellen konnten — dafs die Erde $3^1/_2$ mal grösser ist als der Mond, während doch der Schatten in der Entfernung des letztern nur $2^1/_2$ mal so grofs auftritt, so ergiebt sich daraus, dafs der Schattenkegel der Erde in der That spitz zuläuft, dafs also die Sonne, in welcher Entfernung von uns sie sich auch befinden mag, gröfser ist als die Erde.

Dieses als Beispiel dafür, wie die denkende Betrachtung der Himmelserscheinungen ganz unmittelbaren und deutlichen Aufschlufs über die allgemeine Weltordnung zu geben vermag. Mit der Häufung der entdeckten Einzelheiten, mit der Verschärfung unserer Beobachtungen durch subtile Mefsinstrumente und der nothwendigen Ausdauer, mit welcher die Menschheit durch die Jahrhunderte hindurch die regelmäfsige Wiederkehr bewunderter Himmelsschauspiele konstatirt hat, wächst, verfeinert und verschönt sich, wie wir sehen werden, immermehr das Bild des wundervollen Weltganzen.





Das Zodiakal- oder Thierkreis-Licht.

Von Professor Wilhelm Foerster in Berlin.

Die merkwürdige Himmelserscheinung, welche den Namen Thierkreis Licht führt, ist in ihren eigenthümlichsten Zügen in dem diesem Hefte vorn beigegebenen Bilde, welches wir der Güte des Herrn Prof. Dr. Weinek, Direktors der Sternwarte zu Prag, verdanken,[1]) so dargestellt, wie es unte günstigen Bedingungen, z. B. in den tropischen und den benachbarten sub tropischen Zonen der Erde nach Sonnenuntergang am Abendhimmel und vo Sonnenaufgang am Morgenhimmel unverkennbar in die Augen fällt, wogege es in unseren Breiten im allgemeinen einer ungewöhnlich durchsichtigen Luf sowie eines kundigen und für feine Lichtreize genügend empfindlichen Auge bedarf, um dasselbe in dieser Gestalt deutlich wahrzunehmen.

In unseren Breiten hat man im allgemeinen die beste Gelegenheit zu Beobachtung dieser Erscheinung, sobald die Dämmerung zu Ende ist, in de Abendstunden von Mitte Februar bis Ende März.

Da man auf das Thierkreis-Licht schon seit nahezu 250 Jahren aufmerk sam geworden ist und eine grofse Anzahl der verschiedensten Erklärunge für dasselbe aufgestellt hat, so könnte es fragwürdig erscheinen, weshalb i dieser Zeitschrift gerade jetzt die Aufmerksamkeit wieder darauf gelenkt wird

Die Beweggründe hierzu liegen einestheils darin, dafs es trotz des lange Zeitraums, innerhalb dessen man das Thierkreis-Licht beobachtet und zu er klären versucht hat, noch gar sehr an Klarheit über viele Besonderheiten de Erscheinung und demgemäfs auch noch ganz und gar an einer befriedigende Deutung derselben gebricht, und dafs es daher in hohem Grade wünschens werth ist, auch unsere Landsleute, die sich jetzt in noch gröfserer Anzahl al früher in tropischen Gegenden befinden, auf diese anziehende Himmelserschei nung und auf die grofsen wissenschaftlichen Verdienste hinzuweisen, welch sie sich durch zahlreiche und sorgfältige Aufzeichnungen dieses seltsame Leuchtens erwerben können. Da sie hierzu keines anderen Apparates als eine leidlich guten Sternkarte bedürfen, so werden Aufzeichnungen dieser Art gerad gegenwärtig zu den geeignetsten Formen der Mitwirkung von Naturfreunde an der wissenschaftlichen Deutung himmlischer Räthsel gehören. Gerade solch Beobachter, welche fern von gröfseren Ansammlungen menschlicher Wohnun

[1]) Dasselbe wurde von Professor Weineck am 8. März 1875 8 Uhr Abends auf seine Rückreise von der Kerguelen-Insel im 12° 42′ südlicher Breite und $8^h 42^m$ östlicher Länge vo Greenwich (zwischen Mauritius und den Seychellen-Inseln) vom Passagierdampfer aus aufge nommen. Die Spitze des Zodiakal-Lichtes konnte noch über die Linie Plejaden-Aldebaran ve folgt werden. Die Begrenzung des Lichtes, so weit von einer solchen die Rede sein kann, wa im allgemeinen eine ziemlich deutliche; die Intensität glich beinahe jener der gröfseren Cap wolke und hatte ihr Maximum in etwa zwei Drittel gegen die Plejaden hin. Ins Auge fallen schien das Abbiegen der Begrenzung nach aufsen in der Nähe des Horizontes.



Zodiakal-Licht.
Beobachtet und gezeichnet von Prof. L. Weinek.

gen den Himmel betrachten können, werden hierfür geeigneter sein, als die Beobachter an den südlichen und tropischen Sternwarten, denen leicht sehr feine und darum besonders wichtige Einzelheiten der Erscheinungen durch die Wirkungen künstlicher Beleuchtung in der Nähe oder Ferne sowie durch Lufttrübungen selbst geringfügiger Art, wie sie mit der Nähe einer gröfseren Anzahl menschlicher Wohnungen verbunden sind, verhüllt werden können.

Anderntheils wurzeln die Beweggründe vorliegender Mittheilung darin, dafs sich in der Fülle der Zeiten manche, durch Forschungs-Ergebnisse anderer Art befruchtete Gesichtspunkte zusammengefunden haben, welche, unterstützt durch zahlreichere, möglichst gleichzeitige Beobachtungen an den verschiedensten Orten der Erdoberfläche, vielleicht einen Weg zu der endlichen befriedigenden Deutung des Thierkreis-Lichtes weisen könnten.

Obwohl diese Gesichtspunkte noch etwas unentwickelt sind, könnten sie möglicherweise den Reiz der Erscheinung und die Antriebe zur Mitarbeit an ihrer Erforschung erhöhen, ohne dafs sie in ihrer hypothetischen Form die Gefahr mit sich bringen, durch vorgefafste Meinung die Beobachtung zu stören.

Thierkreis-Licht hat man die Erscheinung genannt, weil die Lage der Mittellinie dieser Lichtflächen, deren ungefähre Gestaltung und Begrenzung die Abbildung erkennen läfst, sich im allgemeinen dem Zuge des Thierkreises (der Ekliptik oder scheinbaren Sonnen-Bahn) am Himmel anschliefst.

Früher hat man deshalb ziemlich allgemein die Ansicht gehegt, dafs das Thierkreis-Licht aus der Zurückstrahlung des Sonnenlichtes von einem Ringe sehr kleiner Massentheile bestehe, welcher nahezu in der Ebene der Erdbahn oder scheinbaren Sonnenbahn liegend, die Sonne umgebe. Die Ebene dieser Bahn fällt nämlich überhaupt mit einer gewissen mittleren Bahn-Ebene aller ständigen Mitglieder unseres Sonnensystems ziemlich nahe zusammen, so dafs man auch für gewisse Scharen kleinerer Massentheile, welche, nicht mehr einzeln erkennbar, sondern nur in ihrer Gesamtheit in reflectirtem Sonnenlichte wahrnehmbar, sich vielleicht zwischen den Bahnen der grösseren Planeten um die Sonne bewegen, nahezu dieselbe Bahn-Ebene wie für die Erde annehmen konnte.

Schiaparelli hatte zuerst mit zusammenfassender Kritik vor etwa achtzehn Jahren diese Deutung des Thierkreis-Lichtes, als vielen gut beobachteten Einzelheiten der Erscheinung widersprechend, endgültig abgewiesen. Trotzdem ist dieselbe, weil keine andere einleuchtende Erklärung an ihre Stelle gesetzt werden konnte, bis in die neueste Zeit gerade in populären Darstellungen erhalten geblieben.

Dem nordamerikanischen Geistlichen Jones verdanken wir aus den Jahren 1853 bis 1855 eine grofse Reihe auf längeren See-Reisen ausgeführter sorgfältiger Aufzeichnungen des Thierkreis-Lichtes, zu denen leider nur gleichzeitige Beobachtungen in andern Theilen der Erde fehlen.

Aus diesen seinen Beobachtungen hatte Jones bereits die Folgerung gezogen, dass das Thierkreis-Licht einem die Erde umgebenden, aus sehr kleinen Massentheilen bestehenden und in reflektirtem Sonnenlicht leuchtenden Ringe, ähnlich dem Saturnsringe, entstamme; aber er hatte dieser Hypothese eine entscheidende Durchführung nicht zu geben vermocht. Insbesondere stellte sich dem Erklärungsversuche von Jones die Schwierigkeit entgegen, dafs während beim Saturn die Ring-Ebene sehr nahe mit der Ebene seines Aequators zusammenfällt, der Erd-Ring eine von der Ebene des Erd-Aequators ebenso stark abweichende Lage haben müfste, wie die Ebene der Erdbahn.

Was ganz erklärlich und natürlich erschien, wenn der Ring zur Sonne gehörte, wurde seltsam und unwahrscheinlich, wenn derselbe die Erde umgab:

denn die Annahme, durch welche wir es uns einigermafsen deuten, dass die Bahn-Ebene unseres Mondes der Ebene der Erdbahn näher liegt, als derjenigen des Erd-Aequators, könnte für die Lage eines dem Saturnsringe ähnlichen Ergebnisses zahlreicher centifrugaler Ablösungen kleinster Massentheile von der Erde schwerlich Verwendung finden.

Auch bedingten manche Einzelheiten der wohlverbürgten Aufzeichnungen von Jones einen so grofsen Abstand eines solchen Erd-Ringes von seinem Mittelpunkte, dafs noch andere erhebliche Bedenken jener Annahme entgegentreten mussten.

Was Jones am unmittelbarsten zu seiner Hypothese Anlafs gab, war die von ihm und gleichzeitig von dem deutschen Astronomen Brorsen (um 1854) gemachte Entdeckung, dafs das Thierkreis-Licht nicht blos aus solchen nach oben schmaler verlaufenden Lichtstreifen besteht, wie unsere Figur darstellt, und von denen der eine am Abendhimmel, der andere am Morgenhimmel sich ein Stück des Thierkreises entlang erstreckend gesehen wird, sondern dass unter besonders günstigen Bedingungen den ganzen Thierkreis entlang vom Westhorizont bis zu dem gegenüberliegenden Punkte des Osthorizontes ein Lichtstreifen sichtbar ist, welcher offenbar die beiden am Abend- und am Morgen-Himmel erscheinenden Lichtflächen verbindet, viel lichtschwächer als diese ist, aber in der Mitte zwischen ihnen, nämlich an dem der Sonne nahezu gegenüber liegenden Punkte des Himmels, eine Verstärkung der Helligkeit, den sogenannten Gegenschein, erkennen läfst.

Erwägt man dieses vollständigere Bild der ganzen Erscheinung in Verbindung mit den Ergebnissen der Spektral-Analyse ihres Leuchtens etwas näher und hält man damit alles dasjenige zusammen, was man bis jetzt über die Wirkung der abstofsenden Richtkraft der Sonne auf die Gashüllen der Kometen, sowie über die Wirkung der magnetischen Richtkraft der Erde auf das Material der Polar-Licht-Erscheinungen bis in die höchsten Schichten unserer Atmosphäre, endlich über die Erfüllung dieser Schichten mit den Bestandtheilen der daselbst zerstiebenden Sternschnuppen schon erkundet hat, so baut sich im Geiste das Luftschlofs einer Hypothese auf, das möglicherweise in dem helleren Tageslichte einer noch genaueren Ergründung des Thierkreis-Lichtes durch Messung und Rechnung wieder zerfliefst, aber zur Zeit nicht ohne Berechtigung und nicht ohne Interesse ist.

Jedenfalls wird man zu Gunsten dieser Hypothese sagen können, dafs sie geeignet ist, die Erforschung der Erscheinung neu zu beleben und dadurch einige noch sehr fragwürdige Punkte derselben aufklären zu helfen.

Man weifs zunächst, dafs die Sonne nicht blos in gröfserer Nähe, sondern bis in Entfernungen, welche ihren Abstand von der Erde bedeutend übersteigen, auf die Gase, die sich aus den kleinsten Theilen der Kometen-Kerne unter der Sonnenwirkung entwickeln, eine intensive Abstofsungs-Kraft ausübt, und dafs unter der Wirkung dieser Kraft und der sonstigen die Bewegungen eines Kometen regierenden Kräfte die Bildung des Schweifes und die Ausbreitung desselben in der Bahn-Ebene des Kometen stattfindet.

Nach den neueren Forschungen, deren Erfolge man vorzugsweise Schiaparelli, aber auch dem nordamerikanischen Astronom Newton verdankt, kann man kaum daran zweifeln, dass die Sternschnuppen — welche alltäglich zu vielen Millionen in die höchsten Schichten der ganzen Erdatmosphäre eindringen und dort infolge der Gegenwirkungen der letzteren gegen die grofsen Geschwindigkeiten ihres Eindringens erglühen und schliefslich zerstieben — Körperchen von ganz derselben Art sind, wie die kleinsten Theile, aus denen die Kometen-Kerne sich zusammensetzen, und in die sich die letzteren auch

in manchen Fällen theilweise oder ganz wieder auflösen. (Bekanntlich nehmen wir in allen Fällen, in denen die Erde die Nähe einer Kometen-Bahn nicht zu lange vor oder nach dem Vorübergange des Kometen selber passirt, ungewöhnlich reiche Sternschnuppen-Erscheinungen wahr.)

Was liegt nun näher als die Annahme, dafs die Sonne auf die kleinsten Theile und die Gase, welche aus dem Zerstieben solcher Kometen-Materialien in den höchsten Schichten unserer Atmosphäre hervorgehen, sowie überhaupt auf die kleinsten Theilchen dieser Schichten, dieselbe Art von Abstofsungskraft ausübt, welche bei den Kometen selber die Ausbreitung von Schweifen in der Bahn-Ebene in der von der Sonne abgewandten Richtung hervorruft.

Allerdings liegt die Sache in einem Punkt bei der Erde ganz anders, als bei den Kometen. Die Kerne der letzteren äufsern nämlich selber nur äusserst kleine Massen-Anziehungen, wogegen die Anziehung der Erde die zu ihrer Atmosphäre gehörigen oder in dieselbe eingedrungenen Massentheile mit bedeutender Kraft an sich zu fesseln vermag.

Eine nicht geringe Anzahl neuerer Wahrnehmungen legen es uns aber nahe, in den höchsten Schichten der Atmosphäre gewisse im Einzelnen noch unerklärte Bewegungs-Ursachen und gewisse noch räthselhafte Gegenwirkungen gegen die blosse Massen-Anziehung der Erde anzunehmen, wodurch jener Einwand bedeutend vermindert werden könnte.

Es sind insbesondere die elektrischen Zustände der höheren Atmosphärenschichten, welche hierbei in Frage kommen.

Dass die verhältnissmäfsig so schwache Richtkraft des Erdmagnetismus bis in Höhen von mehreren hundert Kilometern über der Erdoberfläche die Polarlicht-Krone aus kolossalen Säulen elektrischer Lichterscheinungen aufbaut — ein Vorgang, dessen strenge Gesetzmäfsigkeit festgestellt, aber auch noch nicht befriedigend erklärt ist —, würde noch nicht gerade unmittelbar beweisend sein für die Möglichkeit, dafs die vorerwähnte Abstofsungskraft, welche die Sonne auf die kleinsten Theilchen kometarischen Materials ausübt, auch die Theilchen in jenen Schichten der Erdatmosphäre aus der Wirkungssphäre der Massenanziehung der Erde lösen und in den Weltenraum hinaustreiben könne. Aber das Vorhandensein jener zweifellos dem elektrischen Gebiete im weitesten Sinne angehörigen Erscheinungen in solchen Höhen läfst jedenfalls für die fraglichen Sonnenwirkungen Möglichkeiten offen, die man nicht durch den blofsen Hinweis auf gewisse Schwierigkeiten der Erklärung beseitigen kann, sondern demnächst auf mannigfaltige Weise untersuchen mufs.

Aehnlich wie die magnetische Richtkraft der Erde bis in gewisse Höhen den Bau der Polarlicht-Säulen bestimmt, könnte in noch gröfseren Abständen von der Erdoberfläche die Richtkraft der Sonne, aus den feinsten Theilen der höchsten Atmosphären-Schichten der Erde, theils im Zustande eines dem Polarlicht entsprechenden Glühens, theils aufserhalb des Erdschattens in reflektirtem Sonnenlicht leuchtend, weit ausgedehnte Lichtstreifen oder Lichthüllen zartesten Glanzes, verwandt mit den kometarischen Phänomenen, auf der von der Sonne abgewandten Seite der Erde in der Ebene ihrer Bahn ausbreiten.

Hierdurch aber würden sich manche wesentlichen Züge des Thierkreis-Lichtes ziemlich einfach erklären lassen.

Insbesondere wäre der Gegenschein nichts anderes als der scheinbare Konvergenzpunkt dieser Lichthüllen oder Lichtstreifen, deren Mittellinie oder Axe die nach der Nachtseite verlängerte Verbindungslinie des Sonnen- und des Erd-Mittelpunktes bilden würde.

Die Entstehung einer scheinbaren Lichtanhäufung in einem solchen per-

spektivischen Konvergenzpunkte von nahezu gleichlaufenden Lichtstreifen ist ganz ähnlich dem Erscheinen einer Art von Gegensonne, welche man infolge der Zurückwerfung der Sonnenstrahlen an der Wasserfläche von Alpenseen bei zeitweise besonders grofser Ruhe und Klarheit der Luft in derselben Höhe wie die Sonne und gerade gegenüber derselben wie ein mattes Lichtwölkchen erblicken kann.

Wenn man annimmt, dafs ein rechtwinklig zu dieser Mittellinie um den Mittelpunkt der Erde beschriebener und die Grenzschichten der Atmosphäre berührender Kreis die Basis bildet, von welcher jene Lichthüllen ausgehen müfsten, und wenn man ferner annimmt, dafs die Sonne ringsum an der Peripherie dieses Kreises Wirkungen der in Rede stehenden Art in gleichmäfsiger Intensität erzeugt, würde der Verlauf jener Lichthüllen die Gestalt einer kreisförmig-cylindrischen oder ein wenig konischen Fläche zeigen müssen. Sowohl wenn die aus der Erdatmosphäre abgestofsenen Bestandtheile der Lichthüllen blos mit reflektirtem Sonnenlicht leuchten, als unter der Annahme, dafs zugleich die Entwickelung eines gewissen Selbstleuchtens derselben eintritt, wie es auch in ähnlichen Fällen bei den Kometen-Phänomenen gemischt mit reflektirtem Sonnenlicht vorkommt, würde hieraus, unter Berücksichtigung bekannter photometrischer Gesichtspunkte und Erfahrungen, abzuleiten sein, dafs die Erscheinung für den Beobachter, der sich innerhalb dieser Lichthüllen auf der Nachtseite der Erde befindet, sich folgendermafsen darstellen müfste.

In dem Gegenpunkt zur Sonne müfste die grösste Helligkeit auftreten und von diesem ausgehend würde sich der Lichtschein mit schnell abnehmender Helligkeit nach allen Seiten gleichmäfsig ausbreiten, was aber offenbar den im Eingange dieser Mittheilungen geschilderten Besonderheiten der beobachteten Erscheinung nicht entspricht.

Es ist jedoch zu bedenken, dafs ähnlich wie bei den Schweifbildungen der Kometen, die Abstofsungs-Wirkungen der Sonne auf die feinsten Bestandtheile der oberen Atmosphären-Schichten in Verbindung mit den Bewegungen, welche die letzteren vorher in ihrer Zugehörigkeit zur Erde empfangen haben und auch weiterhin infolge der gleichzeitig seitens der Erde und der Sonne noch fortgehenden Massenanziehung erfahren, eine bedeutende seitliche Ausbreitung jener Lichtstreifen und Lichthüllen in der Bahnebene der Erde hervorbringen müssen. Hiernach wird aber die Helligkeit des vorerwähnten von dem Gegenpunkt zur Sonne sich ausbreitenden Lichtscheines in der Nähe des Thierkreises in der That ansehnlich gröfser sein müssen, als in gröfseren Abständen vom Thierkreise, was dann mit der beobachteten Erscheinung in wesentlicher Uebereinstimmung ist.

Wie ist aber unter jenen Voraussetzungen das starke Anwachsen der Helligkeit des Thierkreis-Lichtes in noch gröfseren Abständen vom Gegenpunkte, nämlich gerade am Abendhimmel und am Morgenhimmel zu erklären, also gerade diejenige Erscheinung, welche in der Figur dargestellt ist und welche früherhin ausschliefslich als das Thierkreis-Licht bezeichnet wurde?

In den Abend- und in den Morgenstunden ist allerdings der Beobachter gerade diesen Gegenden der Lichthüllen erheblich näher, als er sich um die Mitternachtsstunde, wo der Gegenschein seine gröfste Höhe über dem Horizont erreicht, den diesen Gegenschein umgebenden Theilen des Phänomens befindet.

Aber dieser Umstand scheint nach photometrischen Gesichtspunkten allein zur Erklärung der gröfseren Helligkeit der Erscheinung am Abend- und am Morgenhorizonte nicht auszureichen.

Indessen verbindet sich hier mit den obigen Erklärungs-Elementen ziemlich zwanglos die Erwägung, dafs voraussichtlich gerade die selbstleuch-

tenden Theile der Lichthüllen in der Nähe der Erde eine stärkere Licht-Intensität haben werden als in gröfseren Abständen, weil die irdischen Zustände die Ursache ihres Selbstleuchtens enthalten.

Aufserdem kommt hier der für die Erklärung der Lage und Gestaltverhältnisse des Lichtscheines am Morgen- und am Abendhimmel und überhaupt für die Ausbreitung des Leuchtens in der Nähe des Thierkreises recht wichtige Gesichtspunkt hinzu, dafs eine gewisse Wahrscheinlichkeit für eine stärkere Entwickelung solcher selbstleuchtenden Emanationen in gröfseren Abständen von den Polen der Erde, also in den tropischen Gegenden stattfindet.

In letzteren Gegenden fehlt es bekanntlich fast ganz an einer Entwickelung polarlichtähnlicher Erscheinungen, weil, wie es scheint, die elektrischen Zustände in den höchsten Atmosphären-Schichten in den Polargegenden für die Hervorbildung der letzteren bedeutend günstiger sind, wogegen dieselben Elektricitäts-Ansammlungen, deren Verlauf in den Polargegenden das Erscheinen der Polarlichter begünstigt, in den obersten Atmosphären-Schichten der äquatorialen Gegenden der Hervorbildung von Gegenwirkungen gegen die Massenanziehung der Erde, also der Wirksamkeit der Abstofsungen seitens der Richtkraft der Sonne förderlich sind.

Wie sich nämlich immer deutlicher herausstellt, bestehen in den oberen Atmosphären - Schichten jenseits einer Höhe von 50 km Strömungs - Bewegungen in Geschwindigkeiten, welche diejenigen der gröfsten Stürme an der Erdoberfläche beträchtlich übersteigen, und nach elektrischen Theorien, welche bereits von Faraday ausgesprochen sind, müssen alle derartigen Gegenbewegungen gegen die Drehung der Erde angesichts der magnetischen Wirkungen der letzteren erhebliche Elektrisirungs-Erscheinungen zur Folge haben, welche ihrerseits die vorerwähnten Wirkungen gerade in den Aequatorial-Gegenden befördern würden.

Mit allen oben dargelegten hypothetischen Beziehungen steht nun der Befund der Spektral-Analyse hinsichtlich der Zusammensetzung des Thierkreis-Lichtes keinesfalls in Widerspruch, vielmehr in manchen Punkten im auffallenden Einklange.

Das Spektroskop hat nämlich enthüllt, dafs das Thierkreis-Licht theils reflektirtes Sonnenlicht, theils Eigenlicht von dem Charakter elektrisch glühender Gase enthält, noch mehr, dafs sogar der hervorstechendste Zug dieses Eigenlichtes mit einem der am ausnahmslosesten vorhandenen und stets am hellsten entwickelten Spektral-Charaktere des Polarlichtes in Uebereinstimmung ist.

Diesem Befunde würde es auch entsprechen, wenn zwischen den periodischen Schwankungen der Intensität des Thierkreis-Lichtes und den periodischen Schwankungen der Sonnen-Zustände eine Beziehung existirte, wie sie zwischen letzteren Zuständen und den periodischen Schwankungen der Intensität der Polarlicht-Erscheinungen bereits sicher konstatirt ist. In neuester Zeit liegt eine derartige Untersuchung über das Thierkreis-Licht vor, welche behauptet, eine Beziehung zwischen einer Periode der Intensitäts-Schwankungen desselben und der Periode der Sonnnenflecken gefunden zu haben, aber kaum als beweiskräftig genug gelten kann. Merkwürdig ist es aber, dafs schon im 17. Jahrhundert der Pariser Astronom Cassini, einer der ersten und eifrigsten Beobachter des Thierkreis-Lichtes, auf einen derartigen Zusammenhang der jeweiligen Intensität dieses Lichtes mit den Sonnenflecken-Erscheinungen aufmerksam geworden ist.

Ich glaube, dafs es vorläufig genügen wird, auf obige Zusammenhänge hingewiesen zu haben, um die Beobachtung dieser wichtigen Erscheinung neu

beleben zu helfen. Eine vollständige mathematisch-physikalische Durchbildung obiger noch sehr unentwickelter Gedanken ist zur Zeit noch nicht möglich, weil wir uns in betreff der Zustände in den obersten Schichten der Erdatmosphäre gerade in einem überaus anziehenden Stadium der Forschungs-Entwickelung befinden, in welchem jeder Tag Neues bringt, aber noch zu wenig feste Anhaltspunkte für eine eigentliche Theorie gegeben sind.

Dafs man bei andern Planeten, auch bei den sonnennahen und sicher von einer Atmosphäre umhüllten, wie Venus, nicht Aehnliches, wie unser Thierkreis-Licht nach obiger Hypothese sein würde, wahrnimmt, kann man leicht dadurch erklären, dafs so zarte Lichterscheinungen durch die gleichzeitige Wahrnehmung des von jenen Himmelskörpern reflektirten Sonnenlichtes für uns vollständig verdeckt werden können.

Was schliefslich die im Eingange erwähnte Mitwirkung bei der Beobachtung des Thierkreis-Lichtes angeht, so würde, wie dort schon angedeutet, diese gerade von Seiten der Laien sehr wünschenswerthe und sehr wohl mögliche Mitarbeiterschaft in einfachen Aufzeichnungen der von ihnen entweder am Morgen- oder am Abendhimmel gesehenen Umrisse des in unserer Figur dargestellten Leuchtens mit Eintragung derselben in eine leidlich gute Sternkarte und sodann in den mittleren Nachtstunden darin bestehen, dafs man in der Nähe des Gegenpunktes zur Sonne und auf beiden Seiten desselben in der Richtung des Thierkreis-Verlaufes auf das Erscheinen von matten unbestimmt begrenzten Lichtflächen achtet und dieselben ebenfalls mittels der Sternkarte zu fixiren sucht.

Die jeweilige Lage dieses Gegenpunktes und des an denselben anschliefsenden Verlaufes des Thierkreises wird man mit Hilfe der Sternkarten, welche diesen Verlauf meistens angeben, leicht feststellen können. Für die Auffindung der ungefähren Lage des Gegenpunktes im Thierkreise enthalten die gewöhnlichen Kalender wohl genügende Anhaltspunkte; auch kann er dadurch bestimmt werden, dafs er etwa die Mitte einnimmt zwischen denjenigen Thierkreisbildern, welche jeweilig bald nach Sonnenuntergang in der Nähe des West-Horizontes, und denjenigen, welche kurz vor Sonnenaufgang in der Nähe des Ost-Horizontes sichtbar sind.[1])



Das Polarlicht.

Von Dr. B. Weinstein, Privatdozent in Berlin.

Ueber das, wohl manchem unserer Leser aus eigener Anschauung bekannte, Polarlicht ist schon viel gesprochen und geschrieben worden; fast jedes Land hat eine Reihe bedeutender Abhandlungen oder umfangreiche Werke über dasselbe aufzuweisen. Indessen ist unser Wissen von dieser merkwürdigen Erscheinung noch bei weitem nicht als abgeschlossen zu betrachten, weder die Gesetze derselben noch selbst ihr Verlauf in den einzelnen Phasen ihrer Entwickelung ist uns vollständig bekannt. Unter solchen Verhältnissen ist es gut, wenn von Zeit zu Zeit das neu erfahrene mit dem bereits

[1]) Während wir soeben diesen Artikel dem Drucke übergeben, erhält die Redaktion ein Schreiben des Herrn Sherman in Baltimore, in welchem derselbe Mittheilung von eingehenden Untersuchungen über das Zodiakal-Licht macht und ein Diagramm beifügt, das den Zusammenhang der Helligkeitsschwankungen dieses Lichtes und der Häufigkeit der Sonnenflecke deutlich zeigt. Die Redaktion giebt sich der Hoffnung hin, von genanntem Herrn demnächst Näheres über diese interessanten Untersuchungen zu erfahren.

bekannten zusammengestellt und verglichen wird, denn, wie in so vielen andern Gebieten der Naturwissenschaft lassen sich auch hier eine grofse Menge von Hypothesen über das Wesen der Erscheinung aufstellen, und wir können kaum anders zur Klarheit gelangen, als indem wir an der Hand stets neuer und neuerer Erfahrungen, die vielen Ansichten eine nach der andern prüfen, um die Zahl derselben nach und nach zu verringern. Eine solche neue Uebersicht dürfte aber gerade jetzt am Platze sein, wo die schönen Arbeiten von Wolff, Fritz und Tromholt über die Perioden des Polarlichts, die prächtigen und in ihrer Art einzigen Beobachtungen Nordenskjölds auf der Vega in der Nähe der Beringstrafse, Kochs, des Beobachters der deutschen Polar-Expedition in Labrador und Lemströms im nördlichen Finnland eine ungeahnte Fülle neuer Thatsachen an den Tag gebracht haben und Hoffnung gewähren, dafs wir doch endlich auch hier die Natur des Schleiers, wenigstens theilweise, werden berauben können.

Früher war in unsern Breiten für diese Erscheinung der Name Nordlicht üblich, weil dieselbe für uns vornehmlich am nördlichen Horizont auftritt. Da jedoch derartige Lichter auch auf der südlichen Halbkugel und zwar zumeist im Süden erscheinen und dieselben andererseits selbst bei uns nicht immer auf den Nordhimmel beschränkt sind, ist der Name Polarlicht besser, wenngleich auch nicht ganz zutreffend.

Die Erscheinung beginnt bei uns meist mit einer, in unsern Breiten der Regel nach im Nordwesten, am Horizont aufsteigenden, oben kreisbogenförmig begrenzten dunklen Wand, welche als das dunkle Segment bezeichnet wird und wahrscheinlich auf einer später genauer darzulegenden Kontrastwirkung beruht. Schon während des Aufsteigens oder bald nachher zeigt sich der obere Rand des Segments leuchtend, und es bildet sich an demselben ein vollständiger, nach innen scharf begrenzter, nach aufsen etwas verwaschener, mehr oder weniger breiter Lichtbogen von gelblichem Farbenton, unten roth, oben grün gesäumt. Nun schiefsen aus dem Bogen Strahlen hervor und vereinigen sich allmählich bei voller Entwickelung anscheinend in einem Punkte südöstlich vom Scheitel des Beobachters zu einer blutrothen Krone. Der Vereinigungspunkt fällt meist in denjenigen Punkt des Himmels, nach welchem das obere Ende einer frei aufgehängten Magnetnadel an dem betreffenden Orte hinweist, in den magnetischen Scheitelpunkt des Ortes, oder doch nicht weit davon. Oft gesellt sich zu dem Bogen im Nordwesten des Himmels noch ein zweiter im Südosten, wir haben dann ein Nordlicht und ein Südlicht, und es streben die Strahlen der beiden Lichter nach demselben Punkt, wieder dem magnetischen Zenith. Es scheint dann der ganze Himmel von Lichtsäulen gebildet zu sein, die sich zu einem Zelt anordnen; die Spitze des Zeltes nimmt die Krone ein, und erglänzt oft in so wunderbarer Pracht, dafs die Beobachter nicht Worte genug sie zu preisen finden, sie auch wohl wegen des geheimnifsvollen Glanzes, der sie umgiebt, das Himmelsauge nennen, und sich nicht selten in den poetischsten Ergüssen bei ihrer Erwähnung ergehen. Häufig steigen, ohne dafs sich ein besonderes Südlicht zeigt, von verschiedenen Punkten rings um den Horizont besondere Lichtsäulen auf, die zusammen mit den vom Bogen hervorgegangenen wieder ein flammendes Zelt darstellen. So kann der Himmel mehr oder weniger von Lichtsäulen erfüllt erscheinen. Dem entsprechend ist auch die Krone bald vollständig nach allen Seiten begrenzt, bald von Lücken durchbrochen oder gar nur zur Hälfte vorhanden. Die Mitte der Krone ist meist von Licht gänzlich frei und gewährt den Eindruck, als ob man durch die Spitze des flammenden Zeltes in die nächtliche Dunkelheit hinausblickt.

Mit der Ausbildung der Krone hat die Erscheinung den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreicht; allmählich beginnen jetzt die Strahlen zu verblassen, die Umrisse werden verschwommen, und zuletzt ist von der ganzen Erscheinung nichts übrig geblieben, als ein allgemeines röthliches oder grünlich-gelbes Leuchten des Himmels, welches auch nach und nach abklingt. Nicht immer ist damit auch die ganze Erscheinung abgeschlossen, oft erwacht das Polarlicht unmittelbar zu neuer Thätigkeit, bildet wieder Bogen, Strahlen und Krone, und so setzt sich das Spiel des Entstehens und Vergehens mit kurzen Unterbrechungen viele Stunden, ja viele Tage lang fort.

Das sind die Hauptzüge in der Entwickelung des Polarlichts. Sie kehren mit einer gewissen Gleichförmigkeit immer wieder; in den Einzelheiten herrscht aber eine so aufserordentliche Mannigfaltigkeit, dafs nur die Arbeit vieler Hunderte von Beobachtern und in den verschiedensten Zonen uns ein einigermafsen vollständiges Bild von dem Reichthum an Formen, Bewegungen und Farben in den Polarlichtern hat gewähren können.

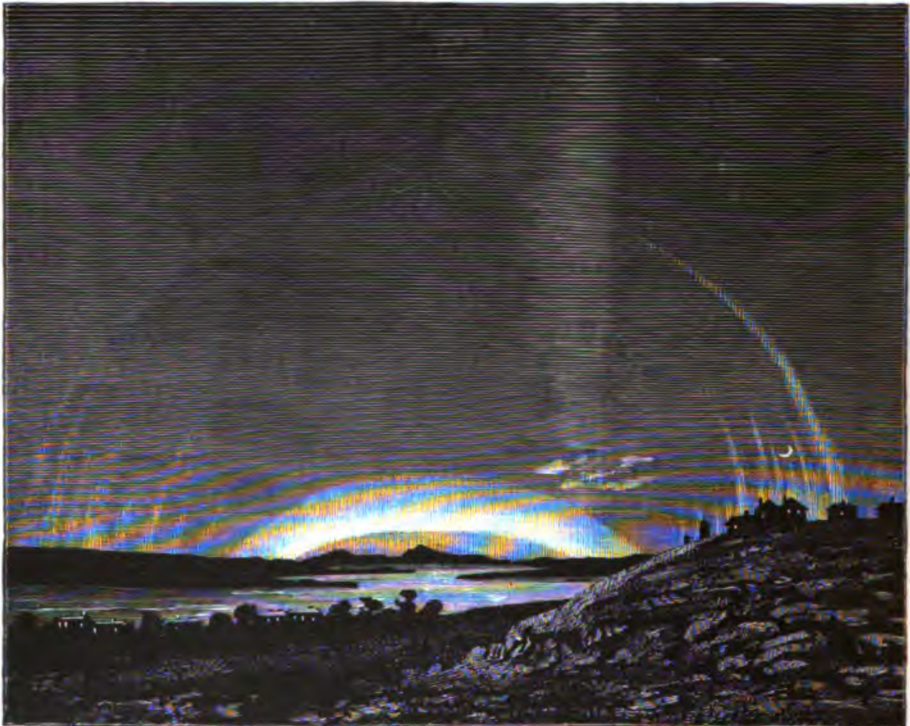


Fig. 1.

Der Haupttheil der Erscheinung sind die Lichtbogen mit den zugehörigen Strahlen; sie entstehen nicht immer als Begrenzungen der dunklen Segmente; steigen besondere Lichtsäulen empor, so können, indem zwei von ihnen sich vereinigen oder eine Lichtsäule den ganzen Himmel überzieht, neue Bogen gebildet werden, und oft zerlegen sich bereits bestehende Bogen scheinbar in 2 oder 3 Bogen. So können unter Umständen bis zu 8 und mehr Bogen den Himmel

überspannen. Koch, dessen Beschreibungen der Polarlichter, die derselbe während der internationalen Polarexpedition in Nain in Labrador beobachtet hat, zu den schönsten und eingehendsten Darlegungen und Resultaten über unser Phänomen führen, hat diese Entstehung von Bogen und Lichtsäulen und diese Zerspaltung einzelner Bogen in mehrere, oft genug wahrgenommen, er hat aber auch bemerkt, dafs manchmal zwei Bogen wieder in einen Bogen übergehen, wie über ein Jahrhundert vor ihm der bekannte schwedische Forscher Celsius. Sind am Himmel mehrere Bogen vorhanden, so können dieselben von verschiedenen Punkten des Himmels ausgehen und in verschiedenen Punkten desselben enden, sie theilen dann den Himmel in Parallelstreifen (Fig. 1); oft aber besitzen alle oder einzelne Gruppen gleichen Ausgangs- und Endpunkt, so dafs sie sich am Horizont zu durchschneiden scheinen. Nordenskjöld hat auch Bogen beobachtet, welche von derselben Stelle am Horizont ausgingen aber nach entgegengesetzten Seiten den Himmel überspannten, und Lemström hat Bogen mitten am Himmel sich scheinbar durchkreuzen sehen. Die Bogen sind auch nicht immer vollständig, sie brechen manchmal plötzlich

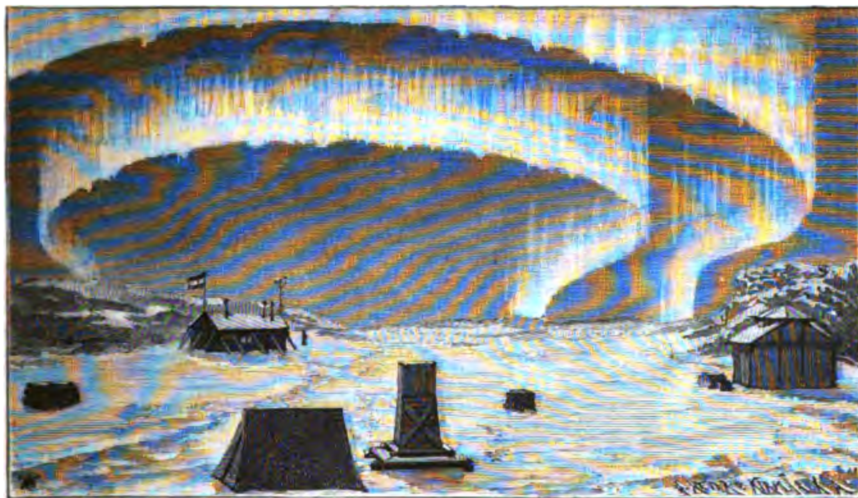


Fig. 2.

ab, und nicht selten scheint ein Bogenstück überhaupt frei in der Luft zu schweben, indem es nach keiner Seite den Horizont berührt. Solche Stücke von Bogen treten namentlich beim Zerfall des Polarlichts nach Ueberschreitung der Stufe höchster Entwickelung auf und bringen den Eindruck hervor, als ob die Erscheinung gewaltsam zerstört und in einzelne Fetzen zerrissen wäre. Die Bogen haben meist die Gestalt von Kreisabschnitten, man bemerkt jedoch eine grofse Wandelbarkeit der Formen. Einige sind elliptisch gestaltet, andere biegen sich in der Nähe des Horizonts nach innen ein, um dann wieder nach aufsen zu gehen (Fig. 2). Es sind auch vollständige Ringe von Kreis- oder Ellipsenform beobachtet worden. Solche Ringe stellt unsere Fig. 3 dar; hier deutet freilich die schweifartige Lichtentwickelung nach dem Horizonte darauf hin, dafs wir es nicht wirklich, sondern nur scheinbar mit geschlossenen Figuren zu thun haben. Während der gewaltigen Polarlichtentwickelungen

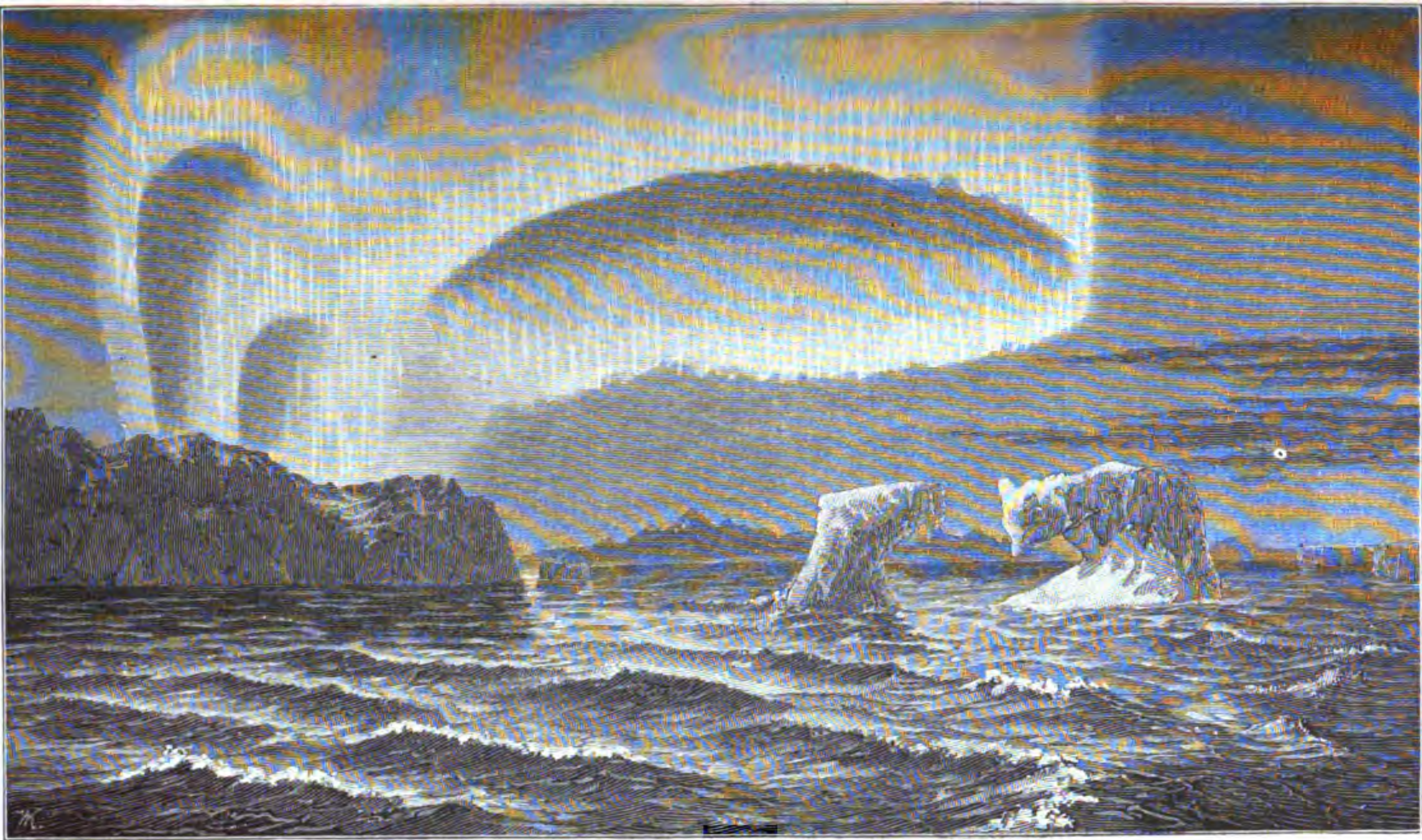


Fig. 3.

gegen Ende August und Anfang September des Jahres 1859 ist aber auch einmal ein völlig frei schwebender Lichtring von Howe in Halifax gesehen worden, es soll derselbe aus der Vereinigung zweier Lichtbogen entstanden sein. Vor Celsius Augen spaltete sich ein Bogen in zwei Theile, welche auseinandergingen und sich zu einem Ringe vereinigten, der sich oscillirend stetig verengte. Derselbe Forscher sah auch eine einfache Lichtsäule sich zu einem Ringe zusammenkrümmen. In andern Fällen wieder beobachtet man Lichtbogen sich ganz oder an einem Ende spiralig aufwinden (Fig. 4), in vielfachen schlangenartigen Krümmungen hin und hergehen oder sich zu prachtvollen, völlig frei schwebenden Schleifen gestalten.

Sind die Lichtbogen breit, so machen sie mehr den Eindruck von Vorhängen, Mänteln und Draperien, sie zeigen dann häufig Falten, scheinen wirklich vom Himmel herabzuhängen und gehören mit zu den schönsten Erscheinungen des Polarlichts (Fig. 2).

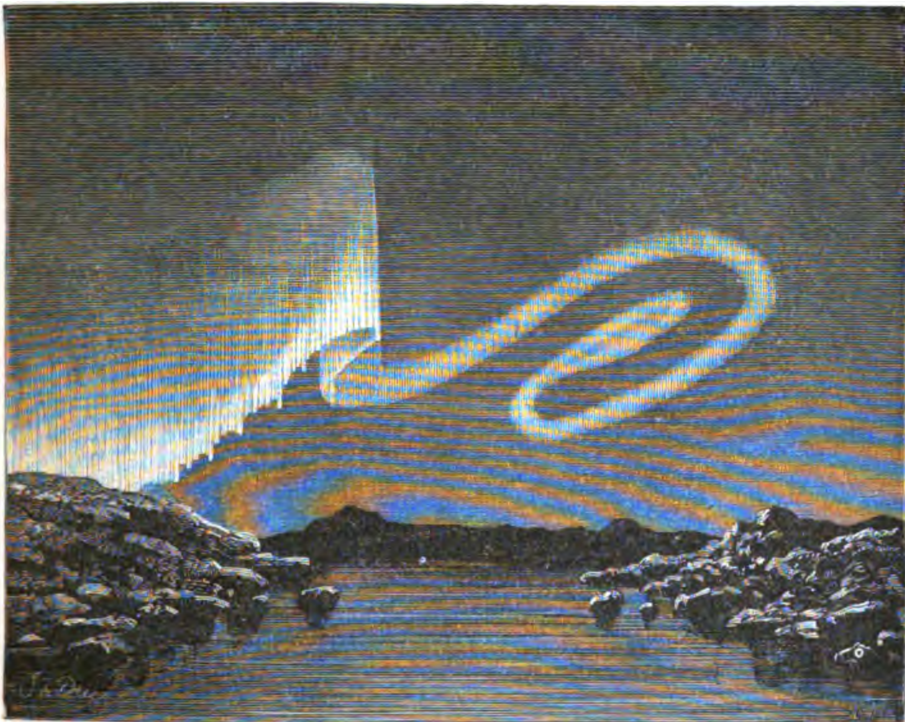


Fig. 4.

Die Bogen bieten oft den Anblick einer stetig zusammenhängenden Lichtbrücke; gehen sie in Draperien über, so ist die strahlige Struktur derselben meist unverkennbar; aber auch einfache Bogen zeigen an einzelnen Stellen oder in ihrer ganzen Ausdehnung, dafs sie eigentlich aus sich aneinander reihenden Lichtsäulen gebildet sind, und oft sind diese Lichtsäulen von einander so scharf getrennt, dafs die Zwischenräume zwischen ihnen tief dunkel erscheinen und zu der Annahme schwarzer Strahlen geführt haben.

Ganz wunderbare Bildungen hat zweimal Celsius zu beobachten Gelegenheit gehabt. Am 19. Februar 1731 sah derselbe eine kreisförmige Lichtanhäufung im Zenith und von dieser einen leuchtenden Schweif in mannigfachen Windungen dem Horizont zustreben. Die Erscheinung hielt sich etwa eine halbe Stunde und schwand dann nach Norden hin. Einige Wochen später, am 3. März, erschien eine Reihe concentrischer Ringe, die längere Zeit flammend und undulirend über dem Scheitel des Beobachters standen.

Es ist sehr schwer, in die grofse Mannigfaltigkeit von Formen System zu bringen, denn da wir, wie später genauer darzulegen sein wird, ja nicht die Erscheinungen so sehen, wie sie wirklich sind, sondern nur so, wie sie sich am Himmel projiciren, kann ein und dasselbe Gebilde je nach seiner Stellung zum Beobachter die allerverschiedensten Gestalten annehmen. So kann ein Kreisring bald in seiner eigentlichen Gestalt, bald als Ellipse oder gar gerade Linie erscheinen, und eine gewöhnliche (pfropfenzieherartige) Spirale den Anblick einer flachen in sich aufgerollten Spirale oder einer Schleife oder eines verbogenen Bandes oder einer schlangenartigen Figur und selbst den eines Ringes gewähren. Daraus erklärt sich, weshalb die Beschreibungen getrennter Beobachter bei einem und demselben Polarlicht immer nur in den grofsen Zügen übereinstimmen, in den Einzelheiten aber bedeutende Abweichungen aufweisen können. Aber auch die geographische Lage des Ortes scheint für die Gestaltung des Polarlichts bestimmend zu sein; in der eigentlichen Heimath der Polarlichter ist der Formenreichthum viel gröfser als bei uns, und manche von Nordpolfahrern geschilderten Gebilde sind so abenteuerlich, dafs wir, weil sie in niederen Breiten nicht auftreten, sie für der Phantasie entsprungen zu halten geneigt sind.

Payer hat den Versuch gemacht, die verschiedenen Formen der Polarlichter zu klassifiziren; wir sind seiner Bezeichnungsweise im vorstehenden gröfstentheils gefolgt. Dann glaubte Nordenskjöld, die nördliche Halbkugel wenigstens in Zonen eintheilen zu können, innerhalb deren gewisse Formen sich ganz besonders zeigen sollen. Er nimmt 5 derartige Zonen an, die wir an anderer Stelle noch zu betrachten haben werden.

Der Mannigfaltigkeit in den Formen entspricht eine ebenso grofse Vielseitigkeit hinsichtlich der Bewegungen. Neben einfachen Translationen von Strahlen und ganzen Bogen finden wir Drehungen und Oscillationen, welche bald ein ganzes Gebilde als solches ergreifen, bald sich nur auf einzelne Theile erstrecken; oft auch sieht man am Himmel Wellensysteme sich fortpflanzen und die Bogen, Strahlen und Draperien durchziehen.

Die am längsten bekannte Bewegung besteht in dem Aufsteigen des dunklen Segments und mit ihm des Bogens über dem Horizont. Es kann dieses Aufsteigen so langsam vor sich gehen, dafs der Bogen am Himmel festzustehen scheint. Dann ist beobachtet worden, wie manchmal ein Bogen sich quer zu seiner Ebene am Himmel vor und zurückschiebt. Geht ein solcher Bogen durch den magnetischen Zenith, dann findet meist eine Kronenbildung statt, indem zugleich die Zusammensetzung des Bogens aus Lichtsäulen klar hervortritt. Ein Bogen kann sich über den Himmel auch noch in der Weise schieben, dafs seine Fufspunkte auf dem Horizonte fest aufzuruhen scheinen; er dreht sich wie um ein Charnier und kann so den ganzen Himmel durchlaufen, wobei wieder beim Durchgang durch den magnetischen Zenith in der Regel eine Krone hervortritt. Derartige Hin- und Herschiebungen und Vor- und Rückdrehungen von Bogen hat Koch in Nain (Labrador) nnd Celsius in Schweden aufserordentlich oft beobachtet, nicht selten trat der Fall ein, dafs mehrere Bogen gleichzeitig sich verschoben und drehten und ein Bogen mehr-

mals den Himmel hin und zurück durchquerte und so bald dem südlichen, bald dem nördlichen Firmament angehörte. In unsern Breiten scheinen diese ins Gewaltige gehenden Translationen und Drehungen seltener bemerkt zu sein, sie sind aber bei grofsen Polarlichtentfaltungen auch hier gesehen worden. Eine andere Bewegungsart ist während des grofsen Polarlichts von 1859 mehrfach beobachtet worden; man sah Bogen in ihrer eigenen Ebene hin und her gehen, so dafs ihr Scheitel um eine gewisse Mittellage zu oscilliren schien.

Diese Bewegungen betreffen die Bogen als solche, wobei letztere sich wie starre Gebilde verhalten, und dürfte vornehmlich in den nördlicheren Regionen vorkommen. Die Bewegungen innerhalb der Bogen selbst werden überall gesehen, sie lassen dieselben wie elastische Bänder erscheinen, welche von Wellen durchlaufen werden. Irgend wo in einem Bogen zeigt sich eine Lichtvermehrung, und diese läuft mit grofser Geschwindigkeit durch den Bogen nach der einen oder andern Seite. Eine besondere Richtung für diese Wellenbewegung ist nicht herauszuerkennen, sie geht bald nach rechts bald nach links, wenngleich an manchen Abenden eine Richtung bevorzugt zu werden scheint. So sah man bei dem Polarlicht vom ersten zum zweiten September 1859 in Nordamerika und den Antillen die Bewegungen eine ganze Zeit lang von West nach Ost gehen, dann aber ihre Richtung ändern und von Ost nach West forteilen, während aus Südamerika in dem dort beobachteten Südlicht nur Bewegungen von Ost nach West erwähnt werden. Wie aber auch die Richtung dieser Wellen sein mag, immer ist eine Welle an ihrer vorschreitenden Seite roth, an ihrer nachfolgenden grün gefärbt. — Auf diese Konstanz der Farbenorientirung sowohl in Bezug auf die Säume der Bogen als im Bezug auf die Wellen hat Humboldt grofses Gewicht gelegt, und sie wird vielleicht später zur Einsicht in das Wesen der Polarlichter beitragen.

Nach der Beschreibung der meisten Beobachter scheint es sich hier nur um die Fortpflanzung einer Lichtvermehrung zu handeln, aus manchen Angaben könnte man schliefsen, dafs auch wirkliche Faltungen in dieser Weise die Bogen durcheilen.

Entsprechende Bewegungen finden wir bei den Strahlen und Lichtsäulen. Manche Strahlen steigen von einem Bogen oder vom freien Horizont so rasch empor, dafs die Bezeichnung emporschiefsen sehr wohl am Platze ist; sah doch Bravais einmal einen Strahl in weniger als einer halben Minute den halben Himmel durchqueren, und Celsius sagt, dafs man den Strahlenbewegungen oft durchaus nicht zu folgen vermöge. Andere fahren pendelnd hin und her und drehen sich um gewisse Punkte, und indem ihre einzelnen Stellen nach einander aufleuchten und dunkeln, gewähren die Strahlen den Anblick zuckender und lodernder Flammen. Lemström hat in Lappland Lichtanhäufungen beobachtet, die ganz und gar einer wild bewegten Feuersbrunst zu vergleichen sind.

Der Eindruck, welchen diese und ähnliche Bewegungen auf den Beschauer machen, wird noch dadurch erhöht, dafs dieselben häufig mit besonderen Formveränderungen verbunden sind. Ergreift eine Bewegung ein ganzes Gebilde, so kann es dasselbe zu dem Beobachter in eine neue Lage bringen, es wird ihm gewissermafsen von einer andern Seite gezeigt, und so wird scheinbar eine eingreifende Umgestaltung oft in so kurzer Zeit vollzogen, dafs das Auge der scheinbaren Formänderung kaum zu folgen vermag. Natürlich können aber auch wirkliche Formveränderungen vorgehen, gerade Lichtsäulen krümmen sich und nehmen Schlangengestalt an, Bogen reifsen und rollen sich zu Spiralen oder Ringen auf. Diese mannigfachen Bewegungen, das Durcheinanderfahren der einzelnen Gebilde, die mächtigen Lichtpulsationen

und momentanen, oft mit Zerstörung ganzer Glieder verbundenen Formveränderungen haben wohl vornehmlich Veranlassung zu der Annahme der eigenthümlichen Spukgestalten gegeben, welche die Alten und unsere Vorfahren in den Polarlichtern zu erblicken vermeinten. Die Römer sahen Waffen hin- und herzucken und Kämpfer in wilder Schlacht sich gegenseitig niedermetzeln, und die nordischen Germanen glaubten die Walküren auf glühenden Rossen von Walhall hervorstürmen zu sehen, um Wotans Saal mit Helden zu füllen. Noch im Anfang des 17. Jahrhunderts beschreibt ein französischer Edelmann zwei von ihm am 13. und 15. September 1606 beobachtete Polarlichter so, als ob es sich um einen blutigen Kampf am Himmel gehandelt hätte. Da werden Reiter als gegen einander fechtend erwähnt; der stürzt, sucht sich zu erheben und wird wieder niedergeschlagen, Lanzen und Piken fahren gegeneinander, und Schlachtwagen und Kämpfer bilden ein verwirrendes und unentwirrbares Durcheinander.

Ob alle diese so gewaltigen Bewegungen mit irgend welchen hörbaren Geräuschen verbunden sind, oder ganz lautlos vor sich gehen, ist nicht ausgemacht. Celsius erwähnt in seinen Beobachtungen sehr oft ein Summen, Zischen oder ein Rauschen wie das eines Gebirgsbaches gehört zu haben, und auch von vielen Seefahrern und Reisenden werden mannigfache Geräusche während der einzelnen Bewegungen hervorgehoben. Aber weit gröfser ist die Zahl derer, welche trotz gespanntester Aufmerksamkeit niemals irgend einen Ton vernommen haben, der dem Polarlicht selbst unzweifelhaft zugeschrieben werden könnte. Humboldt meint, die Polarlichter seien schweigsamer geworden, seitdem man sie genauer beobachte und belausche. Täuschungen sind ja hier aufserordentlich leicht, denn jedes Geräusch, welches zufällig eine Bewegung einer Polarlichtsäule begleitet, wird ganz natürlich, da alle Sinne ganz auf die besondere Erscheinung gerichtet sind, auf diese Bewegung bezogen; und Geräusche sind fast zu jeder Zeit, sei es von den atmosphärischen Strömungen, sei es von Bewegungen in den umgebenden Körpern herrührend, ja selbst in unseren Ohren durch die Blutbewegung vorhanden. Indessen kann man nicht gut direkte Angaben eines Forschers wie Celsius und Zeugnisse hervorragender Beobachter in grofser Zahl ohne weiteres bei Seite legen und sämtlich als auf Täuschungen beruhend erklären, und wenn andere Forscher, wie zum Beispiel auch Koch, ausdrücklich erklären, Polarlichter stets in absoluter Stille sich entwickeln gesehen zu haben, müssen wir vorläufig noch annehmen, dafs allerdings Geräusche im allgemeinen die Polarlichtbewegungen nicht begleiten, in einzelnen Fällen — wahrscheinlich wenn die Polarlichter sich in den tieferen Regionen der Atmosphäre abspielen — aber sehr wohl diese Bewegungen nicht ganz lautlos vor sich gehen.

Einen weiteren wohlthuenden Gegensatz zu dem wilden Durcheinander in den Bewegungen bildet die Milde des Lichtes, welches die einzelnen Gebilde ausstrahlen. Greller Glanz kommt wohl niemals vor, das Licht ist sanft wie das des Mondes. Die Helligkeit ist sehr variabel, sie kann so bedeutend werden, dafs selbst der kleinste Druck deutlich gelesen zu werden vermag, dürfte jedoch die einer Nacht bei Vollmondbeleuchtung nur selten erreichen. Lemström erwähnt, dafs man in Lappland in manchen Nächten unter dem Schein des Polarlichts durch den dichtesten Wald zu reisen vermag. In der langen Winternacht der circumpolaren Regionen helfen diese Lichter den Menschen die Abwesenheit der Sonne wenn auch nicht vergessen aber doch weniger schmerzlich ertragen.

Nicht immer natürlich bieten die Polarlichter gleiche Grofsartigkeit an Formenreichthum und Bewegungen. In hohen Breiten, wo in manchen

Regionen das Polarlicht fast ständig zu sehen ist, zeigt es sich oft als Lichtmasse, welche den Himmel überall oder an einzelnen Stellen erfüllt, den Namen Polarlichtdunst führt und nur hier und da einige Struktur erkennen läfst. Dann wieder sieht man es sich auf einen einzelnen Bogen oder wenige Strahlen oder eine kurze Draperie beschränken, wobei die Lichtprozesse sich in gröfster Ruhe abspielen. Nordenskjöld sah im Polarmeer in der Nähe der Beringstrafse tagelang einen Lichtbogen in majestätischer Erhabenheit und Unbewegtheit den Himmel umspannen. Mit der Mannigfaltigkeit an Einzelgebilden nimmt gewöhnlich der Reichthum an Bewegungen zu, doch sind in unsern Breiten solche Entwickelungen, welche auf die Gemüther der Menschen so gewaltig einwirken, dafs sie zu der Idee gespensterhafter Kämpfe führen können, selten und, wie wir später sehen werden, an bestimmte Perioden gebunden.

Die Höhe, in welcher die Polarlichter ihren Glanz entfalten, ist eine sehr veränderliche, scheint aber um so bedeutender zu sein, je weiter man sich von den Polen entfernt. In den arktischen und wohl auch in den antarktischen Gegenden sieht man nicht selten Polarlichtsäulen sich fast von dem Boden oder von Bergspitzen erheben. Lemström führt sogar aus seinen Untersuchungen in Lappland Fälle an, in welchen Lichter über Häusern erschienen und der Beobachter selbst sich in Polarlichtdunst befand. Aus Südamerika wird gemeldet, dafs die Spitzen der Cordilleren manchmal Licht ausstrahlen, und Saussure sah auch einige Alpenspitzen plötzlich leuchtend werden. Auf die Theorie des Polarlichts wird in einem zweiten Artikel eingegangen werden, hier sei jedoch hervorgehoben, dafs bei diesem Leuchten aus der Erdoberfläche hervorragender Gegenstände es sich meist um eine einfache Ausströmung von Elektrizität zur Ausgleichung mit Ladungen über der Erdoberfläche handelt, ähnlich wie bei dem den Schiffern auf Segelschiffen wohlbekannten, die höchsten Mastspitzen krönenden Sanct Elmsfeuer, und dafs möglicher Weise diese Art der elektrischen Ausströmung nichts mit dem eigentlichen Polarlicht zu thun hat. Die Höhe der über der Erdoberfläche schwebenden unzweifelhaften Polarlichter kann anscheinend bis zu 1000 und mehr Kilometer erreichen, aber auch bis auf wenige Kilometer herabgehen. Freilich ist die Berechnung dieser Höhe eine äufserst unsichere, sie wird aus der Verschiedenheit der Lage am Himmelszelt eines und desselben Gebildes für zwei verschiedene Beobachtungsorte abgeleitet, hat also zur Voraussetzung, dafs dieses Gebilde an den beiden Beobachtungsorten in gleicher Form gesehen wird. Das letzere braucht aber, selbst wenn die Beobachtungen genau zu derselben absoluten Zeit ausgeführt werden, durchaus nicht der Fall zu sein, weil wir, wie schon bemerkt, die Gebilde nicht so sehen, wie sie wirklich sind, sondern wie sie sich am Himmel projiciren, die Projectionsform aber von dem Standpunkt des betrachtenden Beobachters abhängt, mit der Veränderung dieses Standpunktes also nicht allein eine Veränderung in der Lage, sondern meist auch in der Gestalt des betreffenden Gebildes eintritt. Soviel darf aber wohl aus den mannigfachen Messungen, welche bereits vorliegen, geschlossen werden, dafs die meisten Polarlichter selbst in ihrer eigentlichen Heimath hoch über allen Wolken schweben. Celsius erwähnt in seinen vieljährigen Beobachtungen keinen einzigen Fall, wo eine Wolke durch ein Polarlichtgebilde von unten erleuchtet worden wäre, also über diesem Gebilde sich befunden hätte. Koch hebt ausdrücklich hervor, dafs die vielen von ihm gesehenen Polarlichter alle über den Wolken sich entfaltet hätten, und ähnlich lauten die Versicherungen weitaus der meisten andern Beobachter. Ja Ferner leitete aus Messungen in Upsala für die Höhe der Polarlichter mehr als 1500 Kilometer ab; andere

geben geringere Zahlen an, Thorbern Bergmann aus eigenen und fremden Messungen gegen 800 Kilometer, Bravais aus den so eingehenden und schönen Untersuchungen der französischen Kommission, welche den Winter von 1838 auf 1839 zu Bossekop mehr als 150 Polarlichter zu beobachten Gelegenheit hatte, etwa 120 bis 150 Kilometer u. s. w. Das sind alles immerhin nicht unbedeutende Höhen. Aber andere Beobachter haben Polarlichter in sehr viel geringeren Erhebungen über der Erdoberfläche gesehen. „Henry M. Bannister beobachtete 1866 am 24. August zu St. Michael (63° nördlicher Breite) zwischen Alaska und der Beringstrafse ein nach allen Seiten strahlendes Nordlicht mit Korona, während eine Wolke die ganze südliche Himmelsgegend überlagerte. Die Strahlen erschienen vor diesem dunkeln Hintergrunde heller als in den andern Himmelsgegenden, so dafs nach seiner Ansicht die Strahlen zwischen ihm und dem dunkeln Gewölke sich befanden.“ Aehnliche Beobachtungen sind von mehreren andern Seefahrern gemacht worden, so von Parry, welcher einmal einen Strahl zwischen seinem Schiff und dem nicht mehr als etwa 3 Kilometer entfernten Ufer leuchten sah, von Ross, von Franklin, demzufolge die Nordlichter in hohen Breiten bisweilen die Seiten der Wolken erleuchten sollen, Richardson u. a. m. Wahrscheinlich handelt es sich hier und in vielen ähnlichen Fällen um Erscheinungen, welche den früher erwähnten von Lemström in Lappland und von südamerikanischen Beobachtern in den Cordilleren gesehenen entsprechen. Im allgemeinen scheinen die Polarlichter um so höher sich zu erheben, in je niedere Breiten man herabsteigt, wenngleich auch für Mitteleuropa Beobachtungen vorliegen, welche Polarlichtern ganz besonders geringe Höhen (von 1 Kilometer etwa) zuschreiben.

Die Höhenangaben sind insofern relativ, als die Lichtsäulen selbst noch eine gewisse Ausdehnung besitzen und gegen den Horizont geneigt sind. Die Länge dieser Säulen ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen, erreicht jedoch mitunter mehrere hundert Kilometer.

Weniger unsicher als hinsichtlich der Höhen der Polarlichter sind wir in Bezug auf die Orientirung derselben. In ganz niederen Breiten werden Polarlichter auf der Nordhemisphäre nur in nördlicher, auf der Südhemisphäre nur in südlicher Richtung gesehen. Geht man auf der nördlichen Halbkugel weiter nach Norden, so kommen Zonen, in welchen das Polarlicht zwar gröfstentheils der nördlichen Hälfte des Himmels angehört, oft aber auch den ganzen Himmel überzieht oder nur in südlicher Richtung sichtbar ist. So erscheinen im mittleren Europa schon bisweilen Südlichter allein oder in Verbindung mit Nordlichtern. Entsprechendes gilt von den Polarlichtern, welche sich in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Sibirien zeigen. Im Weiterschreiten nach Norden gelangt man in eine Zone, in welcher die Polarlichter ebenso häufig in nördlicher Richtung erscheinen als in südlicher. Fritz, vielleicht der grösste Kenner der räumlichen und zeitlichen Vertheilung der Polarlichter, hat diese Zone als neutrale bezeichnet. Sie hat nach ihm folgenden Verlauf. Von der Barrowspitze in das nördliche Amerika tretend zieht sie sich zwischen dem Bärensee und der Yorkbai durch die Hudsonstrafse, trifft die Südspitze von Grönland und die Nordspitze von Island, geht dann zwischen Spitzbergen und dem Nordkap nördlich an Nowaja Semlja vorbei und nähert sich über der Mitte Sibiriens dem astronomischen Pol bis auf 7°, dann wendet sie sich nach Süden, bleibt jedoch dem sibirischen wie dem nach der Beringstrafse folgenden amerikanischen Festlande bis zur Barrowspitze immer noch fern. Sie schliefst hiernach einen Theil von Labrador, ganz Grönland, Spitzbergen und diejenigen Inseln, welche etwa den Pol unmittelbar umgeben,

ein. Im Innern dieser Zone, also in den genannten Ländern, werden die Polarlichter häufiger am Südhimmel als am Nordhimmel gesehen. Für die Polarlichter der Südhalbkugel lassen sich so genaue Angaben nicht machen; in Melbourne, Rio de Janeiro umziehen die Lichter vornehmlich den Südhimmel, steigen zwar manchmal über den Zenith hinweg, erreichen jedoch selten den nördlichen Horizont. Und soweit man bis jetzt in die eiserfüllten Regionen des antarktischen Meeres gelangt ist, haben sich immer die Südlichter als vorherrschend erwiesen.

Das betrifft die Orientirung der Polarlichter im ganzen; aber auch die einzelnen Gebilde derselben halten gewisse Richtungen ein, die in einem bedeutsamen Zusammenhange mit gewissen, durch den Magnetismus der Erde bestimmten Richtungen stehen.

Hängt man eine Magnetnadel in ihrem Schwerpunkt an einem Faden frei auf, so stellt dieselbe sich bekanntlich an jedem Orte in ganz bestimmter Richtung ein, indem zum Beispiel im mittleren Europa ihr Nordende ein wenig nach Westen und zugleich nach unten weist. Eine Ebene durch den Scheitelpunkt des betreffenden Ortes und die Längsrichtung der Nadel wird als magnetischer Meridian bezeichnet, der Winkel dieser Ebene mit dem astronomischen Meridian dieses Ortes heisst die magnetische Deklination. Indem die Nadel sich mit einem Ende nach unten senkt, bildet sie mit dem Horizont einen Winkel, die Inklination; ihr anderes Ende weist nach oben, und der Punkt des Himmels, nach welchem dasselbe hinzeigt, ist der früher schon erwähnte magnetische Zenith. Ist die Nadel wirklich nach allen Richtungen frei beweglich, so stellt sie sich genau in diejenige Richtung, in welcher die magnetische Kraft der Erde auf sie wirkt, und zeigt somit die Richtung dieser Kraftwirkung selbst an. Deklination und Inklination variiren von Ort zu Ort, und, wie wir an anderer Stelle noch anzugeben haben werden, von Zeit zu Zeit.

Es stellen sich nun die Polarlichtbogen, wenigstens in nicht zu hohen Breiten, im allgemeinen so, dafs ihre Ebene an dem betreffenden Orte senkrecht scheint zu der magnetischen Meridianebene und der Scheitelpunkt derselben in dieser Ebene oder doch nicht weit davon ab zu liegen kommt. Wir sehen also bei uns die Bogen, wenn sie den nördlichen Himmel überspannen, ein wenig nach Westen, wenn sie über den Südhimmel wegziehen, nach Osten abweichen. In hohen Breiten sind die Verhältnisse verwickelter. Koch hat zwar in Nain die Bogenebenen auch meist quer zum magnetischen Meridian dieses Ortes gerichtet gesehen, aber die Scheitel sehr oft und stark aus diesem Meridian heraustretend gefunden. Fritz wieder führt an, dafs in Nordsibirien nach Ermans und Gmelins Beobachtungen die Parlarlichter bald nordöstlich bald nordwestlich vom Meridian erscheinen, bemerkt jedoch, dafs die eigentliche Bogengestalt mehr den nordwestlichen Lichtern zukommt. Ebenfalls stark veränderlich sind die Richtungen der Polarlichter im nördlichen Labrador, in Grönland und dem Norden des Atlantik; und an manchen Orten sollen die Polarlichter den Himmel nach allen möglichen Richtungen durchziehen können.

Konstanter in ihren Richtungen sind die Polarlichtsäulen; diese erstrecken sich an jedem Ort in Richtung der daselbst wirkenden magnetischen Kraft der Erde, schlagen also die Richtung der Inklinationsnadel ein; Schwankungen in dieser Richtung und Abweichungen von derselben kommen natürlich auch bei diesen Gebilden vor, scheinen jedoch in sehr viel engere Grenzen eingeschlossen zu sein als bei den Bogen. Es ist schon bemerkt worden, dafs die Lichtsäulen eine Krone bilden; aus der obigen Angabe über die Richtung dieser Säulen erhellt sofort, dafs diese Krone ein rein perspektivisches Phänomen ist,

denn wie eine Reihe von Linien, welche alle dieselbe Richtung verfolgen (einander parallel sind) für den Beobachter in einem Punkt zusammen zu laufen scheinen — so müssen auch die Polarlichtsäulen am Himmel sich zu durchschneiden scheinen, und dieses scheinbare Zusammentreffen vieler glänzender Einzelerscheinungen bringt den prachtvollen Eindruck der Kronenbildung hervor. Es wird auch klar, warum die Krone sich im magnetischen Zenith entfaltet, es ist ja die Richtung nach diesem Zenith hin die der Magnetnadel, und zugleich auch die der Lichtsäulen. Dafs die Krone nichts anderes ist, erkennt man am besten daran, dafs jeder Ort seine besondere Krone sieht, das mufs auch so sein, weil die Richtung der magnetischen Kraft von Ort zu Ort variirt.

Wären die Lichtsäulen einander genau parallel, so müsste bei den grofsen Entfernungen die Krone in der Mitte auch hell sein; sie ist aber daselbst wie früher bemerkt, meist dunkel, das lässt darauf schliessen, dafs die Säulen wegen Divergenz der Richtungen der magnetischen Kraft auf einem Kegelmantel angeordnet sind, der seine Grundfläche nach oben, seine Spitze nach unten zukehrt, doch weicht dieser Kegelmantel nur sehr wenig von einem Cylindermantel ab.

Von der Orientirung der andern Lichtgebilde, die noch vorkommen können, namentlich der Ringe, Schleifen und Spiralen weiss ich nichts Genaues anzugeben, wahrscheinlich sind auch hier die Ebenen im wesentlichen senkrecht zum magnetischen Meridian und die Axen parallel mit den Inklinationsrichtungen des betreffenden Ortes. Die hohe Bedeutung dieses Zusammenhanges der Polarlichtrichtungen mit den Richtungen der magnetiscken Kraft der Erde wird an anderer Stelle hervortreten.

Endlich habe ich in diesem beschreibenden Theil noch über die Verbreitung der Polarlichter zu sprechen. Es handelt sich dabei sowohl um die Sichtbarkeitsgrenzen eines und desselben Polarlichtes als überhaupt um die Häufigkeit der Polarlichter an verschiedenen Orten der Erde. Vorgreifend mufs gleich hier bemerkt werden, dafs alle Polarlichter sich in zwei Klassen eintheilen lassen. Gewisse Polarlichter haben einen sehr beschränkten Sichtbarkeitskreis, sie werden nur an wenigen, nahe neben einander liegenden Orten gesehen und hängen in jeder Beziehung von den Verhältnissen der Region ab, in welcher sie aufgetreten sind, sie sind lokaler Natur. Weitaus der gröfste Theil der beobachteten Polarlichter gehört dieser Klasse an; namentlich die Polargegenden sind reich an solchen Lichtern, und hier besitzt fast jeder Ort seine besonderen Erscheinungen, welche nur an diesem Orte selbst gesehen werden. Andere Polarlichter dagegen haben einen aufserordentlich bedeutenden Verbreitungskreis, sie werden in grofsen Länderstrecken zugleich gesehen, und wenn dieselben auch an den einzelnen Orten sich nur so darstellen, wie sie daselbst an dem Himmel projicirt erscheinen, und für die einzelnen Gebilde das Sichtbarkeitsgebiet naturgemäfs durch deren Höhe über der Erdoberfläche begrenzt sein mufs, so bilden sie doch jedesmal ein bestimmtes, mitunter die ganze Erde auf einmal ergreifendes Phänomen. Die Polarlichter von Ende August bis Anfang September von 1859 sind, auf der Südhalbkugel in Südaustralien (Melbourne, Sidney, Adelaide, Brisbane, Ballaarat), Südamerika (Kap Horn, Chile, Concepcion, Santiago, Valparaiso), in den südlichen Theilen des atlantischen, pazifischen und indischen Meeres; auf der Nordhalbkugel, in Mittelamerika (San Salvador), den Antillen, Bahama- und Bermuda-Inseln (Guadeloupe, Portorico, Jamaica, Cuba), Nordamerika (alle Staaten der Union, Canada, New-Foundland), Nordafrika und Europa beobachtet worden. Einen entsprechend grofsen Verbreitungskreis hatten die

Polarlichter von 1872. Gemäfs ihrer umfassenden Verbreitung tragen derartige Erscheinungen auch allgemeineren Charakter, sie sind weniger von lokalen Verhältnissen beeinflufst und machen sich überall fast zu gleicher Zeit bemerkbar. Gewöhnlich sind sie auch in ihrer Entwickelung von aufserordentlicher Grofsartigkeit und dauern unter Umständen mit kurzen Unterbrechungen viele Tage an.

Die Häufigkeit der Polarlichter an den einzelnen Orten der Erde hängt zunächst von deren geographischer Lage ab. Unter dem Aequator und wohl in den angrenzenden Zonen bis 5° oder 10° sind, soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, Polarlichter noch niemals beobachtet worden. Die Polarlichter von 1859 haben sich auf der nördlichen Halbkugel etwa bis zu 12°, auf der südlichen bis zu 24° dem Aequator genähert. Andere Polarlichter sind dem Aequator auch von der Südseite nähergekommen, so das 1744 beobachtete, welches in Cuzco, in 12° südlicher Breite, gesehen wurde. Auch mögen manche Polarlichter überhaupt geringere Abstände vom Aequator erreicht haben, insbesondere vielleicht das Licht von 1117, welches selbst in Asien bis nach Palästina hin beobachtet wurde. Wir haben aber keine Nachricht, welche das Erscheinen von Polarlichtern in unmittelbarer Nähe des Aequators verbürgen könnte. Die Häufigkeit der Polarlichter steigt zunächst je weiter man sich von dem Aequator entfernt; wir führen zum Beispiel nach Lemström an, dafs für Orte auf dem Meridian durch Washington unter 40° nördlicher Breite 10, unter 45° 20, unter 50° 40, unter 55° 100 Lichter im Jahre durchschnittlich erscheinen, und zwischen 55° und 62° wird fast jede Nacht das Polarlicht gesehen. Indessen ist die Zunahme der Polarlichter mit wachsender Breite durchaus keine gleichmäfsige; sie ist zum Beispiel viel stärker in Amerika als in Europa und hier wieder bedeutender als in Asien. Verbindet man also mit Fritz die Orte gleicher Polarlichthäufigkeit durch Liniensysteme, Kurven, welche man als Isochasmen bezeichnet, so erhält man nicht Linien, welche den Breitenkreisen parallel laufen, sondern solche welche diese durchschneiden und in eigenthümlichem Verlauf die Erde umziehen. Entsprechend der Lage des magnetischen Nordpols erreichen sie auf der Nordhalbkugel im östlichen Theil von Nordamerika ihre gröfste Annäherung an den Aequator und steigen im westlichen Nordasien am höchsten zum Pol hinauf. Die Häufigkeit der Polarlichter wächst auch nicht stetig bis zu den Polen der Erde an, es giebt vielmehr eine Zone gröfster Polarlichthäufigkeit, welche wir als die eigentliche Heimath des uns hier beschäftigenden Naturphänomens bezeichnen können. Diese Zone verhält sich in der Form wie die andern Isochasmen; auch sie kommt in Nordamerika dem Aequator am nächsten, ihr Verlauf ist ganz ähnlich dem der früher beschriebenen neutralen Zone, nur dafs sie diese letztere anscheinend überall umschliefst. Sie tritt in die nordwestliche Spitze von Nordamerika ein, durchschneidet den Bärensee, die Hudsonsbai und Nordlabrador, geht südlich von Grönland und Island vorbei, streift den nördlichen Theil der skandinavischen Halbinsel und von Nowaja Semlja und bleibt überall oberhalb der sibirischen Küste. Nördlich von dieser mehrere Grad breiten Zone gröfster Häufigkeit werden die Polarlichter, soweit man bisher gekommen ist, wieder seltener, sie nehmen an Zahl und wie es scheint auch an Glanz und Formenreichthum ab, und während bei der deutschen internationalen Polarexpedition Koch zu Nain in Labrador fast jede Nacht Polarlichter und meist in grofser Pracht und Lebendigkeit sich entfalten sah, hatte die in Kingua Fjord im nordwestlichen Grönland stationirte erste deutsche Abtheilung nur wenige bedeutende Lichter zu konstatiren. Dieser eigenartige Gang der Polarlichthäufigkeit ist zuerst von dem als Physiker und Philosoph lange nicht

genug gewürdigten Herausgeber von Gehlers Physikalischem Lexikon, Muncke, klar erkannt worden.

Auf der Südhalbkugel scheinen auch in dieser Beziehung ähnliche Verhältnisse zu herrschen wie auf der Nordhalbkugel, die Isochasmen umziehen aber hier den Pol vielleicht enger als dort.

Selbstverständlich haben die obigen Angaben nur auf den allgemeinen Gang der Erscheinung auf der ganzen Erde Bezug, im einzelnen kommen bedeutende Abweichungen vor, welche durch lokale Verhältnisse bedingt zu sein scheinen. Namentlich in den Polargegenden, in welchen die Polarlichter lokalen Charakters diejenigen allgememeiner Bedeutung an Zahl so stark überwiegen, können selbst in nicht weit von einander entfernten Orten erheblichere Unterschiede in der Polarlichthäufigeit vorkommen. In einem anderen Artikel bei der Diskussion der Perioden der Polarlichter werden wir auch sehen, dafs die Isochasmen durchaus keine festen Linien sind, dafs sie vielmehr selbst in kurzen Zeitabschnitten sich auf der Erdoberfläche verschieben.



Allgemeine Uebersicht der beobachtenswerthen Himmelserscheinungen im Jahre 1889.

In der folgenden Aufstellung eines astronomischen Kalenders für das Jahr 1889 soll vornehmlich auf solche Erscheinungen am Sternenhimmel hingewiesen werden, an deren Beobachtung sich der mit den nöthigen Kenntnissen ausgerüstete und mit der Behandlung des Fernrohrs vertraute Freund der Sternkunde betheiligen und Verdienste erwerben kann. Wir werden in unserer Zeitschrift von Fall zu Fall auf derartige beobachtenswerthe Phänomene aufmerksam machen und die nöthigen Zahlenangaben beibringen. Betreffs eines brauchbaren Handbuches über das Zweifelhafte und der Erforschung noch Bedürftige verweisen wir auf H. J. Kleins „Anleitung zur Durchmusterung des Himmels“ Braunschweig 1882.

1. Die Planeten.

Für die Kenntnifs des Standes der Hauptplaneten wird, vielfachen Wünschen zufolge, in vorliegender Zeitschrift vom Februar ab durch Veröffentlichung monatlicher Ephemeriden Sorge getragen werden, welche die Auf- und Untergangszeiten und die sonst nöthigen Hinweise über die Sichtbarkeit der Planeten enthalten sollen. Wir begnügen uns deshalb hier vorläufig mit einer allgemeinen Darstellung des Planetenhimmels im Jahre 1889.

Merkur erscheint bei meist sehr niedriger Stellung am Horizonte in der Sonnennähe bald als Morgen-, bald als Abendstern. Ende Januar und von Mitte Mai bis Anfang Juni wird er am Abendhimmel, sodann von Mitte März bis Mitte April, von Mitte Juli bis Mitte August und schliefslich von Ende Oktober bis Mitte November am Morgenhimmel sichtbar sein. Den gröfsten Glanz zeigt er am 28. Januar, 1. Mai, 30. Juli und Ende Oktober, das Minimum seiner Helligkeit am 15. Februar, 20. Juni und 13. Oktober.

Venus ist bis nach Mitte April Abendstern und erreicht am 22. März ihren gröfsten Glanz. Darauf geht sie von Tag zu Tag früher unter, wird Morgenstern und ist als solcher Ende Juli schon zwei Stunden nach Mitternacht beobachtbar; am 8. Juni erreicht sie das zweite Maximum ihres Glanzes. In den Herbstmonaten geht sie allmählich später auf und wird zur Beobach-

tung ungünstig. Die Gröfse der Venussichel ist aus folgenden Zahlen ersichtlich, welche den Durchmesser der Phasen in Theilen der Planetenscheibe ausdrücken:

1. Januar	0.71	1. Juli	0.44
1. Februar	0.60	1. August	0.60
1. März	0.45	1. September	0.73
1. April	0.21	1. Oktober	0.82
1. Mai	0.00	1. November	0.90
1. Juni	0.22	1. Dezember	0.95

Einer aufmerksamen Verfolgung zu empfehlen sind die Verlängerungen der Sichelspitzen und die Polarflecke des Planeten, die Unregelmäfsigkeiten an der Beleuchtungsgrenze und das aschfarbige Licht in der Nachtseite der Venus.

Mars kommt im Jahre 1889 nicht in Opposition und steht für die Beobachtung ungünstig. Im Januar und Februar ist er noch in den ersten Abendstunden am Westhimmel zu sehen, culminirt dann näher der Mittagszeit und verschwindet in den Sommermonaten mit der Sonne; im November und Dezember kann er wieder Morgens, 2 Stunden nach Mitternacht, am Osthimmel aufgefunden werden.

Jupiter ist bis Anfang April nur am Morgenhimmel auffindlich, geht Anfang Mai um 12 Uhr, Ende Mai um 10 Uhr Nachts auf, Anfang Juli um 8 Uhr Abends. Im August und September wird er in den Abendstunden noch beobachtbar, und steht im Oktober und November am Taghimmel. Der Planet bewegt sich das ganze Jahr im Sternbilde des Schützen und kommt am 24. Juni in Opposition.

Erfolgreiche und werthvolle Beobachtungen über die Oberflächenbeschaffenheit des Jupiter, seine Flecke, Streifen u. s. w. erfordern gröfsere optische Hilfsmittel. Sehr empfehlenswerth dagegen sind den Besitzern mittelgrofser Fernröhre die Beobachtungen der verschiedenen Phänomene der vier Jupitersatelliten, nicht blofs der Verfinsterungen der Monde, sondern namentlich deren Vorübergänge vor der Jupiterscheibe.

Die weiter folgenden Hefte unserer Zeitschrift werden monatlich Zusammenstellungen über die am bequemsten beobachtbaren Verfinsterungen der Jupitertrabanten bringen.

Saturn kommt am 5. Februar in Opposition und bewegt sich nördlich vom Sterne Regulus, dem Sternbilde des grossen Löwen sich mehr und mehr nähernd; nach Mitte September ist er dem Regulus am nächsten. Im Januar geht er um 7 Uhr Abends auf und ist im Februar die ganze Nacht sichtbar, Ende Mai bis Mitternacht. Von Mitte Juni bis Ende Juli sind nur Tagbeobachtungen möglich, im September ist der Planet Morgens beobachtbar, im Herbste geht er um Mitternacht auf, um Mittag unter.

Das Ringsystem des Saturn ist im Jahre 1889 der Beobachtung nicht mehr günstig gelegen; der Planet nähert sich mehr und mehr dem Theile seiner Bahn, in welchem die Ringöffnung von der Erde aus gesehen verschwindet. Wir sehen deshalb gegenwärtig von der (südlichen) Ringfläche nur eine sehr wenig geöffnete Ellipse, die allmählich, bis zum Jahre 1892 eine gerade Linie bilden und dann für schwächere Fernröhre verschwinden wird.

Von den 8 Monden des Saturn dürfte der hellste, Titan, für Fernröhre mittlerer Grösse der interessanteste sein. Er hat 15 Tage 23 Stunden Umlaufszeit; die Elongationen des Mondes, bei denen derselbe am besten aufsuchbar ist, sind für Januar folgende:

5. Januar westl. Elong.
13. „ östl. „
21. „ westl. „
29. „ östl. „

Uranus hält sich das ganze Jahr nördlich vom Sterne Spica im Sternbild der Jungfrau auf und kommt am 9. April in Opposition. Er gleicht einem Sterne sechster Grösse.

Neptun steht im Stier zwischen den Plejaden und dem Aldebaran und hat seine Opposition am 25. November.

2. Der Mond.

Die Erweiterung des Kreises freiwilliger Mitarbeiter an der Erforschung topographischer Details der Mondoberfläche ist nur erwünscht. Besitzer vierzölliger Fernröhre können bei ausdauernder, richtiger Verwendung des Instruments schon ganz Erhebliches auf diesem Gebiete leisten. Wir empfehlen bei der Arbeit die Verwendung des Neisonschen Positionsmicrometers (Selenographical Journal I 14, II 25) und als Führer die Karten und das Buch von E. Neison „Der Mond" 2. Aufl. (deutsche Ausgabe) Braunschweig 1881. Wir heben hier nur einige Mondgegenden hervor, bezüglich deren sorgfältige Detailstudien bei möglichst verschiedenen Beleuchtungs- und Librationsverhältnissen wünschenswerth sind: das Rillensystem westlich vom Krater Ramsden, die beiden Ringgebirge Messier, den Krater Linné, den Krater A im Posidonius, Hyginus N, Eudoxus, sowie die beiden dunklen Flecken im Innern des Ringgebirges Atlas; aufserdem empfehlen wir die Untersuchung der dunklen Punkte zwischen Gambart und Copernikus bei hoher Beleuchtung. — Leuchtende Punkte im dunklen Theil des Mondes (vor und nach Neumond) verdienen Beachtung und sollten durch Positionsbestimmungen gesichert werden.

3. Finsternisse.

a. Totale Sonnenfinsternifs am 1. Januar. Die Centralitätszone dieser Finsternifs erstreckt sich von den Aleuten über den stillen Ocean bis in den englischen Theil Nordamerikas und streift wenig nördlich von San Francisco; daselbst wird sie in den ersten Nachmittagsstunden sichtbar sein.

b. Partielle Mondfinsternifs am 17. Januar. Diese Finsternifs wird in ganz Westeuropa, Afrika und Amerika zu sehen sein.

Anfang der Verfinsterung in Berlin 4 Uhr 52 Min. Morgens
Mitte „ „ „ 6 „ 23 „ „
Ende „ „ „ 7 „ 54 „ „
Gröfse „ „ 7 Zehntel des Monddurchmessers.

c. Ringförmige Sonnenfinsternifs am 28. Juni. Dieselbe fällt auf die Südhemisphäre der Erde; ihre Centralitätszone läuft durch Südafrika von der Wallfischbay zum Cap Delgado, im weitern Verlaufe über die Comoreninseln. Sie wird Vormittags am Cap der guten Hoffnung und Mittags auf Madagascar auffällig werden.

d. Partielle Mondfinsternifs am 12. Juli. Eine in Mittel- und Südeuropa, Afrika und Australien sichtbare Verfinsterung.

Anfang der Finsternifs in Berlin 8 Uhr 37 Min. Abends.
Mitte „ „ „ 9 „ 47 „ „
Ende „ „ „ 10 „ 58 „ „
Grösse „ „ 48 Hundertstel des Monddurchmessers.

e. Totale Sonnenfinsternifs am 22. Dezember. Ihre Centralitätszone streift längs der Nordküste Brasiliens über den Ocean und das portugiesische Westafrika. Sie wird um Mittag namentlich zu St. Helena sehr bemerkbar sein.

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

Da sich diese Phänomene für jede geographische Breite anders gestalten, so müssen wir uns damit begnügen, die Interessenten auf die specielle Berechnung aus den Angaben der astronomischen Jahrbücher zu verweisen.

5. Sternbedeckungen durch Planeten.

Den Besitzern grofser Fernröhre empfehlen wir dringend die Beobachtung von Sternbedeckungen durch Venus, Jupiter und Saturn, da hierüber Erfahrungen noch fehlen und solche Beobachtungen für die Parallaxen- und Durchmesserbestimmungen dieser Planeten werthvoll werden können.[1]) Einige der bemerkenswerthesten dieser Bedeckungen heben wir hier hervor, indem wir des Näheren auf No. 2868 der „Astron. Nachr.“ verweisen.

		Stern	Eintritt	Austritt	
a. Venus:	7. Januar	9.0 Grösse,	4 Uhr 10 M.,	4 Uhr 16 M. Nachm.	(Berl. Zt.)
	13. März	8.9 „	9 „ 7 „	9 „ 25 „ Abends	„
	(beide Eintritte am dunklen Rande der Venussichel).				
	21. Juli	7.0 Grösse,	1 Uhr 25 M.,	1 Uhr 33 M. Morgens	„
		(Eintritt am hellen Rande).			
b. Jupiter:	17. Oktob.	8.5 Grösse,	7 Uhr 9 M.,	9 Uhr 49 M. Abends	„
	19. „	9.0 „	4 „ 31 „	7 „ 9 „ „	„
c. Saturn:	7. Juli	9.2 „	10 „ 23 „	11 „ 21 „ „	„

6. Beobachtenswerthe veränderliche Sterne, Doppelsterne und Nebel.

a. Veränderliche. Die Angaben über leicht sichtbare veränderliche Sterne sollen in dieser Zeitschrift von jetzt ab regelmäfsig gemacht werden.[2]) Hier folgen zunächst die Veränderlichen für den Monat Januar:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	Periode (Tage)	1889 Rectas.			Declin.	
R Bootis	3. Januar	6.0 Gr.	12 Gr.	222	14 h	32 m	18 s	+ 27°	13.1'
S Ursae. maj.	5. „	7.8 „	11 „	225	12	39	5	+ 61	42.1
T „ „	15. „	7.0 „	12 „	257	12	31	20	+ 60	6.0
R Virginis	22. „	6.7 „	11 „	146	12	32	52	+ 7	36.0
S Serpentis	29. „	7.8 „	12-13 „	362	15	16	37	+ 14	42.7

b. Doppelsterne. Die folgenden Doppelsterne können zur Prüfung für die Güte der Fernröhre verwendet werden; es sind darunter, wie aus dem im nächsten Hefte folgenden Verzeichnisse der berechneten Doppelsternbahnen ersichtlich sein wird, eine Zahl solcher, deren Weiterbeobachtung an kräftigeren Instrumenten zur Vermehrung des Rechnungsmaterials derzeit vieles Interesse hat.

---

[1]) Es sollten möglichst beide Momente der Bedeckung, Eintritt und Austritt, beobachtet werden. Gelingt nur der eine, so ist eine gute Bestimmung des Standes der verwendeten Sekundenuhr unerläfslich. Der Beobachter thut am besten, wenn er sich geraume Zeit vor dem Sterneintritte ans Fernrohr begiebt, die Bewegung des Sternes mittelst des Fadens eines Positionskreises feststellt und den Punkt am Rande des Planeten zu markiren sucht, an welchem der Stern wieder aufblitzen muss. Ein mehrmaliges Verschwinden und Wiedererscheinen des Sternes am Planetenrande könnte bisweilen stattfinden und es sind dann alle diese Zeitmomente zu notiren, um über die wahren Momente ein unbefangenes Urtheil bilden zu können. — Westlich von Berlin wohnende Beobachter sehen die Bedeckungen um den Betrag der Längendifferenz gegen Berlin früher, östliche später.

[2]) Eine Anleitung zur Beobachtung der Veränderlichen giebt Argelander in Schumachers Astr. Jahrbuch f. 1884.

Struves Katalog.		1889 Rectas.	1889 Declin.	1889 Posit. Win.	1889 Di-stanz	Größe des Haupt-sterns	Größe des Be-gleit.
	Zur Prüfung für Fernröhre von 1 Zoll Objectivöffnung:						
1744	ζ Urs. maj. [Mizar] .	13h 19.4m	+ 55°30'	148°	14.3"	2	4
2727	γ Delph.	20 41.5	+ 15 42	271	11.2	4	5
180	γ Arietis	1 47.4	+ 18 43	359	8.5	4	4.5
205	γ Androm.	1 57.0	+ 41 48	63	10.3	3	5
2737	ε Equul. (C.)[1] . . .	20 53.4	+ 3 52	74	10.7	5.6	7
	Von 2 bis 3 Zoll Objectivöffnung:						
1998	ξ Librae (C)	15h 58.3m	— 11° 3'	64°	7.5"	5	7
1864	π Bootis	14 35.5	+ 16 54	104	6.0	5	6
1110	α Gemin. (Castor) . .	7 27.5	+ 32 8	230	5.8	2.3	3.4
1965	ζ Coron.	15 35.2	+ 37 0	302	6.3	4	5
1196	ζ Cancri (C)	18 5.8	+ 17 59	131	5.4	5	5.6
1670	γ Virginis	12 36.0	— 0 50	337	5.0	3	3
2140	α Herculis	17 9.6	+ 14 31	117	4.7	3	6
1888	ξ Bootis	14 46.3	+ 19 34	279	4.2	4.5	6.7
2909	ζ Aquar.	22 23.0	— 0 35	329	3.4	4	4
1954	δ Serpentis	15 29.5	+ 10 55	185	3.3	3	4
202	α Pisc.	1 56.2	+ 2 13	322	2.9	3	4
1424	γ Leonis	10 13.8	+ 20 24	113	3.5	2	3.4
2032	σ Coronae	16 10.5	+ 34 9	214	4.0	5	6
2382	ε Lyrae (4)	18 40.7	+ 39 34	14	3.1	4.5	6.7
1877	ε Bootis	14 40.1	+ 27 33	329	2.8	3	6.7
60	η Cassiop.	0 42.3	+ 57 14	160	5.0	4	7
2383	5 Lyrae (ε²)	18 40.7	+ 39 30	134	2.5	5	5
2130	μ Draconis.	17 3.0	+ 54 37	161	2.4	5	5
1523	ξ Urs. maj.	11 12.2	+ 32 9	275	2.0	4	5
	Von 4 und 5 Zoll Objectivöffnung:						
2262	τ Ophiuchi (C) . . .	17h 56.9m	— 8°10'	255°	1.8"	5	5.6
2055	λ Ophiuchi	16 25.3	+ 2 14	35	1.6	4	6
73	36 Androm.	0 48.9	+ 23 2	7	1.3	6	7
948	12 Lyncis (A, B.) . .	6 36.3	+ 59 34	124	1.5	5	6
333	ε Arietis	2 52.9	+ 20 53	201	1.6	5.6	6
299	γ Ceti	2 37.4	+ 2 46	292	2.8	3	7
1865	ζ Bootis	14 35.8	+ 14 13	295	0.8	3.4	4
460	49 Cephei	3 51.2	+ 80 23	37	0.7	5	6
262	ι Cassiop. (A, B.) . .	2 19.9	+ 66 54	264	2.0	4	7

c. Nebelflecke und Sternhaufen. Das folgende Verzeichnifs besonders auffallender, grofser oder sonst merkwürdiger Nebel ist für Besitzer mittelgrofser Fernröhre ausgewählt worden. Wir verweisen die Interessenten zur näheren Instruktion auf die eingangs des Kalenders schon erwähnte „Anleitung zur Durchmusterung des Himmels“ und empfehlen namentlich die des

[1]) C bezeichnet in dreifachen Sternensystemen den zweiten, vom Hauptstern ferneren, B den ersten, näheren Begleiter.

Helligkeitswechsels verdächtigen Objecte (wie H. II 278 im Wallfisch, H. I. 20 bei ι Leonis, Hinds variablen im Stier, d'Arrests und Chacornacs Nebel in demselben Sternbilde, den Tempelschen Nebel in den Plejaden) einer vielfachen und aufmerksamen Untersuchung mit verschiedenen Fernröhren und verschiedenen Vergrösserungen. Entwürfe von Zeichnungen gröserer Nebel mit Positionsbestimmungen der die Ausdehnung der Nebel markirenden Sterne sind wünschenswerth.

Herschels Gener. Catalog	1889		
	Rectas.	Declinat.	
116	0h 36.5m	+ 40° 40'	Andromeda-Nebel, 1½° lg., ½° brt.
352	1 27.5	+ 30 5	Im Triangel; 30' grofs.
512	2 11.2	+ 56 38	30' grofs } zwei prachtvolle Sternhaufen im Perseus.
521	2 14.6	+ 56 37	15' „ }
1157	5 27.8	+ 21 56	Rosses „Crab"-Nebel im Stier, 5½' lg., 3½' brt.
1179	5 29.8	— 5 28	Orionnebel.
1295	5 44.9	+ 32 31	Dichter reicher Sternhaufe im Fuhrmann, 24' grofs.
1564	7 36.7	— 14 34	Sternhaufe mit Nebel im Argo, 30' grofs.
1681	8 33.8	+ 20 21	Sterngruppe „Praesepe" im Krebs.
1712	8 45.2	+ 12 14	Sternhaufe im Krebs.
3572	13 25.1	+ 47 46	Spiralnebel in den Jagdhunden (am Schwanzende des gr. Bären).
4230	16 37.8	+ 36 40	Sehr heller, prachtvoller Sternhaufe im Hercules.
4355	17 55.6	— 23 2	Unregelmäfsiger, dreispaltiger Nebel i. Schütz.
4361	17 57.0	— 24 21	Zerstreuter Sternhaufe mit Nebel im Schützen.
4403	18 14.2	— 16 13	Omeganebel im Sobieskischen Schild (Veränderungen?)
4447	18 49.4	+ 32 54	Ringnebel der Leyer.
4532	19 54.8	+ 22 24	Dumbbell-Nebel, 3° nördl. von γ Sagittae.
4628	20 58.0	— 11 48	Planetarischer Nebel im Wassermann.



Ueber eine neue Messung der Drehungsgeschwindigkeit der Sonne auf spektrometrischem Wege. Ganz nach den Grundsätzen desjenigen Messungsverfahrens, welches an der Spitze dieses Heftes von Herrn Dr. Scheiner auseinandergesetzt ist, aber zunächst ohne Anwendung der Photographie hat neuerdings Herr Prof. Dunér in Lund, der neue Direktor der Sternwarte zu Upsala, Mafsbestimmungen über die Drehungsbewegung der Sonne ausgeführt, welche von sehr hohem Interesse sind und im wesentlichen die Folgerungen bestätigen, die Herr Prof. Spoerer auf dem Observatorium zu Potsdam aus seinen langjährigen Sonnenflecken-Beobachtungen gezogen hatte.

Nähere Mittheilungen über die Messungen des Herrn Dunér, sowie über die allgemeinere Bedeutung der dabei erreichten Genauigkeit behalten wir uns vor.

Einstweilen sei nur bemerkt, dafs diese Messungen in einer mikrometrischen Vergleichung der Lage der abwechselnd vom linken und vom rechten Sonnenrand entnommenen Spektra mit der von der Drehungsgeschwindigkeit der Sonne nicht abhängigen Lage gewisser durch Absorption in der Erd-Atmosphäre hervorgebrachter dunkler Linien im Spektrum bestanden haben.

Die Zerlegung des Lichtes geschah dabei nicht durch Prismen, sondern durch Beugungs-Gitter, und die gewaltige Intensität des Sonnenlichtes gestattete bei dieser Zerlegung eine so grofse Ausbreitung der Beugungs-Spektra höherer Ordnung, dafs Prof. Dunér glaubt, Geschwindigkeiten auf der Sonne in der Richtung der Gesichtslinie mit einem sogenannten wahrscheinlichen Fehler von 20 Meter in der Sekunde (einer Gröfse, die den Grenzen unserer Eisenbahn-Geschwindigkeit entspricht) gemessen zu haben. Eine ähnliche Untersuchung, wie diejenige des Herrn Dunér, aber nicht von demselben Erfolge, war übrigens vor einiger Zeit auch in Baltimore ausgeführt worden.

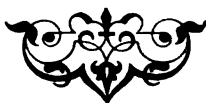
Welche aufserordentliche Bedeutung die obigen Genauigkeiten für die Erforschung der Sonne gewinnen werden, läfst sich noch gar nicht ermessen.

Es ist jedoch ausdrücklich daran zu erinnern, dafs solche Ergebnisse nur für Lichtquellen von der enormen Intensität des Sonnenlichtes erreichbar sind.

Derselbe Messungsprozefs wird sich zunächst auf die Ermittelung der Stern-Bewegungen nicht mit Vortheil anwenden lassen. Vielmehr hat Herr Prof. Vogel bei den spektrographischen Aufnahmen der Geschwindigkeiten von Sternbewegungen in der Gesichtslinie wohlweislich die prismatische Zerlegung des Lichtes vorgezogen, welche gerade auf derjenigen Seite des Spektrums, wo die günstigsten photographischen Wirkungen liegen, die gröfste Schärfe der Geschwindigkeits-Bestimmung ergiebt, wenn auch bei der viel geringeren Intensität des Fixstern-Lichtes bei weitem nicht eine solche Schärfe, wie beim Sonnenlicht erreichbar ist.

Die wissenschaftliche Welt wird Herrn Dunér grofse Anerkennung zollen, aber auch das Potsdamer Observatorium bewährt hier wieder seinen in der wissenschaftlichen Welt erworbenen Ruf, indem es sich der schlichteren aber umfassenderen Aufgabe zugewandt hat, deren wirksame Förderung die Stetigkeit einer grofsen, von echt wissenschaftlichem Geiste erfüllten Institution beansprucht.

W. F.





Das Spiegelbild der Sonne am Meereshorizont.

Von F. S. Archenhold.

Die Untersuchungen des italienischen Astronomen Ricco über das Spiegelbild der Sonne auf der Meeresoberfläche beweisen von neuem, dafs sehr nahe liegende Erscheinungen oft erst sehr spät einer wissenschaftlichen Beachtung und Erklärung gewürdigt werden.

Herr Ricco hat seit Juli 1886 von der östlichen Terrasse des Observatoriums zu Palermo[1]) aus, in einer Höhe von 72 Metern über dem Meeresspiegel, vermittelst eines Fernrohres die aufgehende Sonne und ihr Spiegelbild in verschiedenen Lagen photographisch aufgenommen.

Nach den einfachen Gesetzen der Spiegelung würde, wenn die Meeresoberfläche eben wäre, bei klarem Horizont und ruhiger See unterhalb des Segments der aufgehenden Sonnenscheibe ein zweites Segment, als Spiegelbild des ersteren, in gleicher Gröfse und in symmetrischer Lage in Bezug auf die Begrenzungslinie des Meeres am Horizont sichtbar werden.

Von der Richtigkeit dieses Schlusses können sich die geehrten Leserinnen und Leser leicht überzeugen, wenn sie einen Spiegel in eine horizontale Lage etwa auf einen Tisch bringen und einen in der Mitte durchschnittenen Apfel mit der Flachseite auf den Rand desselben legen. Das Spiegelbild des kreisförmig begrenzten Apfels wird alsdann in gleicher Gröfse und symmetrischer Lage unterhalb des wirklichen gesehen werden, so dafs der Apfel ganz zu sein scheint.

In Wirklichkeit wurde aber der Sonnenaufgang von Herrn Ricco nicht in der weiter oben geschilderten Weise gesehen, sondern wie Fig. 1—8 darstellen.

So lange das sichtbare Segment der Sonne kleiner war als die Hälfte der ganzen Sonnenscheibe sah Herr Ricco ein Spiegelbild (siehe Fig. 1), das an Gröfse von dem wahren Sonnensegment um mehr als das Doppelte übertroffen wurde, sich aber durch seinen Glanz nicht stark von demselben unterschied.

Wie erklärt sich diese abweichende Gröfse des Spiegelbildes des Sonnensegments von dem wahren? Ganz einfach dadurch, dafs, wie wir bereits wissen[2]), der Meeresspiegel, als ein Theil der Erdoberfläche, keine ebene, sondern eine kugelförmige Fläche darstellt. Für eine kugelförmig gekrümmte Fläche sind die Gesetze der Spiegelung aber ganz andere und nicht so einfache wie für eine ebene Fläche.

Herr C. Wolf[3]) hat für die Krümmung der Erde und einen Beobachter, der sich 100 Meter über dem Meeresspiegel befindet, nach der Theorie die Gröfse und Gestalt des Spiegelbildes der Sonne berechnet und ist zu denselben Resultaten gelangt wie Herr Ricco durch seine Beobachtung der Erscheinungen.

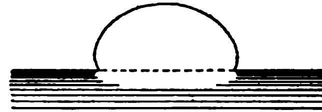
---

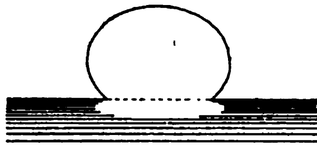
[1]) Comptes Rendus Tome CVII Nr. 15, Paris 1888.

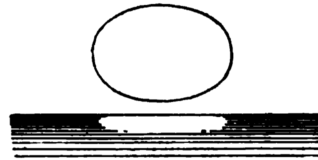
[2]) Vergleiche die Ausführungen des Herrn Dr. M. W. Meyer über die Gestalt und Gröfse der Erde. Heft III.

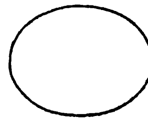
[3]) Comptes Rendus T. CVII Nr. 16, Paris 1888.


Fig. 1.


Fig. 2.


Fig 3.


Fig 4.



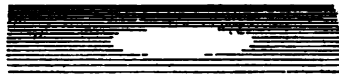

Fig. 5



Fig. 6.

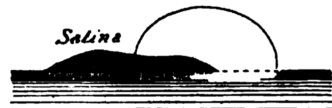


Fig. 7.

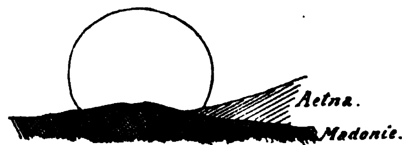


Fig. 8.

H. RIFFARTH

Aus Fig. 2 ersehen wir, dafs die Erscheinung sich ändert, sobald mehr als die Hälfte der Scheibe aus dem Meere aufgetaucht ist, da das Spiegelbild, dessen horizontaler Durchmesser stets gleich dem der Sonnenscheibe ist, jetzt an jeder Seite über die obere Begrenzungslinie des Segments hinausragt bis zu den von den Rändern der Scheibe gefällten Verticalen. Es entwickelt sich allmählich ein Bild des griechischen Buchstaben Ω, dessen unterer Theil sich immer mehr einschnürt.

Wenn sich schliefslich die Sonne von dem Horizonte loslöst, so trennt sich das Spiegelbild von der Scheibe derselben und bleibt in Gestalt eines glänzenden Streifens auf dem Meereshorizont zurück. (Fig. 4.) — Dies dauert gewöhnlich so lange, bis der untere Rand der Sonne sich bis zu einem vierten Theile ihres Durchmessers über der Meereslinie erhoben hat. Alsdann verschwindet das Spiegelbild zumeist, indem es sich mit dem über der Meeresfläche ausgebreiteten glänzenden Scheine vermischt. — Nur wenn das Meer vollkommen ruhig ist, sieht man das Bild deutlich langsam vorrücken, gröfser werden und eine mehr oder weniger regelmäfsige elliptische, nämlich in vertikaler Richtung zusammengedrückte Gestalt annehmen (Fig. 5), bis es sich endlich in dem blendenden Scheine verliert, der das Meer in der Richtung zum Beobachter durchzieht.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dafs alle Erscheinungen für die untergehende Sonne in ganz derselben Weise, nur in umgekehrter Reihenfolge der Figuren, vor sich gehen.

Geht die Sonne hinter der Spitze einer der kleinen von Palermo sichtbaren Liparischen Inseln, Alicuri, Filicuri oder Salina auf, so nimmt das Spiegelbild nach der Seite der Insel zu die Gestalt einer spitzen leuchtenden Zunge an (Fig. 6). Diese Zunge ist das Bild des oberhalb der Insel sichtbaren Theiles der Sonnenscheibe; sie wird um so kleiner, je mehr die Sonne aus dem Meere auftaucht (Fig. 7).

Wenn hingegen die Sonne hinter einer Landschaft aufgeht, z. B. hinter der Madonischen Gebirgskette und dem schneeigen Aetna-Hügel, so kommen alle oben geschilderten Phänomene in Wegfall (Fig. 8), was zur Genüge beweist, dafs jene Erscheinungen in der That nur durch die Spiegelung des Wassers bewirkt werden.

Wir wollen noch erwähnen, dafs die Herren Dufour und Forel[1]) für den Genfer See ähnliche Untersuchungen über die Spiegelung irdischer Objecte an der Seeoberfläche angestellt haben.

Es ist auf den ersten Blick auffällig, dafs vor Ricco keiner der vielen Beobachter des entzückenden Schauspieles eines Sonnenaufgangs, beziehungsweise Sonnenuntergangs an der See bemerkt hat, dafs diese alltägliche Erscheinung in so einfacher Weise die Kugelgestalt der Erde lehrt.

Wenn man näher zusieht, wird dies verständlicher; denn erstlich gehört ein aufserordentlich ruhiger Seespiegel dazu, um die geschilderten Erscheinungen in ihrer vollen geometrischen Reinheit wahrzunehmen, sodann aber kommt es dabei auch sehr wesentlich auf die Höhe des Beobachters über dem Seespiegel an.

Erhebt sich das Auge nur wenige Meter bis zu wenigen Zehnern des Meter über diesem Spiegel, dann ist die Erscheinung viel weniger deutlich entwickelt; ist dagegen die Höhe des Auges viel gröfser als hundert bis einige hundert Meter, dann unterscheidet sich der Verlauf der Spiegelungen immer weniger von den Erscheinungen der gewöhnlichen diffusen Reflexion in bewegter See.

[1]) Compt. Rend. T. CVIII Nr. 17.

A. M. Clerke. Geschichte der Astronomie während des neunzehnten Jahrhunderts. Deutsche Ausgabe von H. Maser. Berlin, J. Springer, 1889. Preis 10 Mark.

Der Versuch, die gewaltigen Errungenschaften unseres Jahrhunderts auf dem Gebiete der Astronomie in einem gemeinverständlichen Werke zusammenzufassen, ist in Deutschland bis jetzt nicht gemacht worden. Die Bücher, die sich mit der geschichtlichen oder sachlichen Entwicklung moderner Astronomie befassen, wie jene von Mädler, Wolf, Klein, reichen nicht bis in die neueste Zeit oder lassen die Darstellung gewisser Zweige der Sternkunde vermissen. Es wäre also jedenfalls eine vollständige Darstellung des wissenschaftlichen Erfolges, den die Astronomie seit den Zeiten Wilhelm Herschels zu verzeichnen hat, mit höchstem Interesse zu begrüfsen. Auch das vorliegende Werk erfüllt diese Hoffnung nicht ganz, denn das Buch hält nicht, was sein Titel verspricht. Es handelt sich der gelehrten Verfasserin, wie sie im Vorworte selbst hervorhebt, um eine Darlegung der „modernen" Astronomie, worunter sie das versteht, was wir gewöhnlich als beschreibende und physikalische Astronomie bezeichnen; die Vorführung der analytischen Entdeckungen der Astronomie unsers Jahrhunderts, die Entwicklung der Rechenkunst und ihrer Erfolge, die Ausbildung der astronomischen Mefskunst u. s. w., bleiben von ihrem Plane ausgeschlossen. Dies soll kein Tadel für die Absicht der Verfasserin sein, um so weniger, als sie ihre Aufgabe mit vielem Geschick zu lösen verstanden hat. In einer lebendigen, nicht selten begeisterten Sprache führt sie den Leser von Kapitel zu Kapitel, und weifs unser Interesse bis zur letzten Seite wachzuhalten. Zudem ist die Uebersetzung von Maser eine so vorzügliche, dafs kaum irgendwo der englische Ursprung des Werkes merkbar wird. So vereinigt das Buch Vieles, um seine Lectüre für den Freund der Himmelskunde zu einer ebenso lehrreichen wie angenehmen zu gestalten. Eine schärfere Kritik allerdings läfst Mängel sehen, die zu rügen kaum umgangen werden kann. Bevor ich hierauf eingehe, sei eine kurze Angabe des Inhaltes gestattet.

Der erste Abschnitt des Buches behandelt die Entdeckungen der beiden Herschel, die Auffindung des Neptun, der ersten Asteroiden und der periodischen Cometen, unsere Kenntnisse über die Sonne, und die Fixsternenwelt bis zur Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts. Der zweite Theil bringt zunächst in fünf Kapiteln eine Darstellung der astrophysikalischen Erforschung des Sonnenkörpers bis zur neuesten Zeit, darin die Theorien über die Sonne, sowie die aus der Spectroscopie und den neueren Finsternissen gewonnenen Ergebnisse, die Messungen der Sonnentemperatur, und in einem sechsten Kapitel die aus den neueren Methoden hervorgegangenen Bestimmungen der Entfernung der Sonne von der Erde. Hieran schliefst sich die Betrachtung der neueren Forschung über die Oberflächen der Planeten und der Theorien ihrer Entstehung. Zwei weitere Kapitel sind den Cometenerscheinungen und den aus denselben gezogenen Schlüssen gewidmet, das vorletzte Kapitel enthält die spectralanalytische, photographische und photometrische Untersuchung der Sterne, die Veränderlichen u. s. w., und das letzte eine Uebersicht über die bemerkenswerthesten Hilfsmittel der gegenwärtigen Forschung.

Den Mangel des Buches finde ich nun in einer gewissen Unvollständigkeit der Berücksichtigung wissenschaftlicher Arbeiten. Namentlich sind die in den Academieschriften des Auslandes gedruckten sowie die selbständig erschienenen Memoiren so wenig genannt, dafs ich der Verfasserin den Vorwurf nicht ganz ersparen kann, als habe sie es zuweilen gänzlich vergessen, dafs hinter dem Wasser auch noch Leute wohnen. Man kann nicht verlangen, dafs sie in einem Buche, das einen so gewaltigen Stoff bewältigen soll, jedem unbedeutenden

astronomischen Traktätchen zur Anerkennung verhelfe, aber wichtige, wissenschaftlich wohlbegründete Ansichten sowohl solcher, die noch keine Autoritäten sind, als auch die der bedeutenden Forscher, müssen in einem derartigen Werke erwähnt werden, auch wenn die Verfasserin eine Gegnerin dieser Ansichten oder Ergebnisse wäre. So zum Beispiel erwähnt sie bei der Frage nach der Ursache des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne nicht der Hypothese Gyldéns;[1]) mit Befremden vermissen wir in demselben Kapitel die Begründung der genauen Beobachtung der Veränderlichen durch Schönfeld und Schmidt; bei der Photometrie der Sterne sind beide Herschel als Urheber dieses Zweiges genannt, aber die Namen von Zöllner und Seidel, der Begründer genauerer photometrischer Methoden, glänzen durch ihre Abwesenheit. Zöllners Ansicht über den verschiedenen Abkühlungszustand der Sterne nennt die Verfasserin eine „unreife Vorstellung" und opponirt gegen Vogels Classification der Fixsterntypen, indem sie dieselben als unvollständig bezeichnet und behauptet, dafs wir über das Alter der Sterne nichts wissen. Die Arbeit von Ritter „Untersuchungen über die Constitution gasförmiger Weltkörper"[2]) kennt sie nicht. Man kann ruhig darauf hinweisen, dafs wir von vielen Dingen, die die Verfasserin als sicher hinstellt, noch weniger wissen, als über die Schlufsfolgerungen betreffs der Abkühlungsprozesse der Sterne; nicht wenig möchte das die cosmogenischen Hypothesen und vielleicht auch manche der Sonnentheorien treffen, welche die Verfasserin für vollständig aufzuführen der Mühe werth gehalten hat. Eine ziemlich stiefmütterliche Behandlung haben die neueren Ergebnisse über Meteoriten erfahren; die Arbeiten von Niessl, Galle, Wittstein, Schmidt, sind nicht erwähnt. Die Verfasserin beschränkt sich auf das, was über den Zusammenhang von Meteoriten und Cometen aufgestellt worden ist; Schiaparellis Ansichten sind aufgeführt, aber wunderlicher Weise wird sein epochemachendes Werk „Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnuppen" nicht genannt. Wenn das Buch der Doppelsternbahnen erwähnt, die in neuerer Zeit in England ziemlich schablonenhaft abgethan worden sind, dann verdient Seeligers Untersuchung über ζ Cancri[3]), vielleicht die genaueste Arbeit auf dem Gebiete der Doppelsterne, auch einen Platz, umsomehr, da dieselbe einen Hinweis auf die rechnerische Entdeckung noch nicht gesehener Körper im Weltraume enthält, den sich die Verfasserin auf diese Weise entgehen läfst. Dafs unter dem Kapitel über die neueren Hilfsmittel der Forschung das Aequatorial coudé erwähnt wird, ist ganz in Ordnung, nur darf man das Instrument nicht mit der Wichtigkeit hinstellen, wie die Verfasserin, bevor sich die Astronomen aus den zu erwartenden Arbeiten nämlich haben ein Urtheil bilden können.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir noch eine Bemerkung, die zur Hälfte mit dem Buche zusammenhängt. Es scheint mir nämlich, dafs die Kunst der Popularisirung dadurch, dafs sie (wie es namentlich in England geschieht) das Hauptgewicht zu sehr auf die Darstellung der Resultate astrophysikalischer und beschreibender Forschung legt, einen Weg betritt, der zur richtigen Würdigung der astronomischen Erkenntnisse im weiteren Sinne für das Publikum nicht ohne Gefahr ist. Selbstverständlich bin ich weit davon entfernt, die Bedeutung dieser Zweige für die Wissenschaft zu unterschätzen, allein ich glaube, dafs bei der einseitigen Betonung nur dieser Richtungen das

[1]) „Versuch einer mathem. Theorie zur Erklärung des Lichtwechsels veränderlicher Sterne" (Acta Soc. Fennicae XI. Comptes rend. T. 84).

[2]) Poggendorffs Annalen 1883.

[3]) Untersuchungen über die Bewegungsverhältnisse in dem dreifachen Sternsystem ζ Cancri. (Denkschr. d. K. Acad. d. W. Wien 1881. 44. Bd.)

Publikum leicht geneigt wird, über diesen blendenden und imponirenden Resultaten den Werth der anderen Ergebnisse zu vergessen, welche die astronomische Forschung des gegenwärtigen Jahrhunderts zu Tage gefördert hat. Auch aus dem vorliegenden Clerkeschen Werke wird der Laie solche Vorstellungen entnehmen, die er bei einer objectiven Kritik wird ändern müssen; das Publikum sieht eben zu wenig die Fäden, aus denen die wissenschaftlichen Ergebnisse gewebt sind, die ihm vorgelegt werden, und kann sich nur in einzelnen Fällen eine eigene Ansicht bilden. Zum mindesten wird durch das Vernachlässigen der anderen astronomischen Forschungsgebiete in populären Büchern, namentlich der rechnenden und messenden Astronomie, nicht das erreicht, was meines Erachtens nach die Hauptaufgabe populärer Darstellung sein sollte: nämlich die Verbreitung richtiger Begriffe über das Wesen der wissenschaftlichen Arbeit. Ueber die eigentliche Entstehungsweise astronomischer Erkenntnisse, die Methode der dabei befolgten Arbeit, die Bildung eines Resultats und die Art der daneben ausgeübten Kritik, vermögen sich nur Wenige Rechenschaft zu geben. Und gerade hierin liegt der einzige Schutz gegen das Zusammenwerfen von Halbheit mit strenger Forschung. Würden solche richtige Begriffe über die Bedingungen des Entstehens einer wissenschaftlichen Arbeit im Publikum derzeit allgemeiner verbreitet sein, so hätte beispielsweise Falbs wissenschaftliche Thätigkeit, dieses wunderliche Conglomerat von Wahrheit und Schein, nicht soviel Staub aufzuwirbeln vermocht; denn bei nur einigem kritischen Blick würde man an dessen Theorie die Abwesenheit einer wirklich strengen wissenschaftlichen Darlegung der Grundlagen von selbst herausgefunden haben und viel weniger allgemeine „Verblüffung“ wäre möglich gewesen.

Man wird mich jetzt verstehen, wenn ich schliefslich den Wunsch notire, den ich lebhaft fühlte, nachdem ich das Clerkesche Buch gelesen: dafs mir nun sofort ein Werk zur Hand sein möchte, welches in ebenso trefflicher überzeugender Weise auch den anderen, strengeren und für das Publikum schwierigeren Richtungen gerecht wird, auf welchen die Astronomie des neunzehnten Jahrhunderts mit Ehren einen nicht minder grofsen Fortschritt verzeichnet.

F. K. Ginzel.





Herrn **H. Bn.** in **Münster.** Der Stern der heiligen drei Könige, der gegenwärtig wie alljährlich unter den vielen anderen sinnreichen symbolischen Bildern wieder erscheint, welche der frohen Weihnachtszeit ihr feierliches Gepräge geben, und nach dessen Natur und Herkunft Sie fragen, wird der Wissenschaft wohl stets hypothetisch bleiben. Am wahrscheinlichsten ist es vielleicht, dafs er zu den sogenannten „neuen Sternen“ gehörte, welche plötzlich auflodern, um dann nach einigen Monaten wieder zu verschwinden. Unter dieser Annahme wäre es, wie einige Astronomen glauben, nicht unmöglich, dafs dieser mysteriöse Stern in ungefähr gleichen Perioden wieder aufglüht. Man findet nämlich in den Annalen das Auftreten ähnlicher Sterne in den Jahren 945 1264 und 1572 verzeichnet; die letzte Erscheinung betrifft den berühmten sogenannten Tychonischen Stern, welcher, ganz ebenso wie es die Bibel von dem Sterne der drei Könige mittheilte, am hellen Tage leuchtend am Himmel sichtbar blieb. Die Intervalle zwischen den drei oben angegebenen Jahreszahlen sind 319 und 308, während zwischen dem problematischen Sterne der Weisen und dem von 945 dreimal 315 Jahre liegen. Alle diese Zahlen sind nahezu gleich; sie schwanken durchaus innerhalb der Grenzen, in denen auch der stets etwas veränderliche Lichtwechsel solcher Sterne eingeschlossen ist. Bestätigt sich defshalb diese Vermuthung — und von mehr als einer Vermuthung kann hier keine Rede sein — so ergiebt eine blofse Addition dieses Intervalles von 310 bis 320 Jahren zu 1572, dafs der schöne Stern nun sehr bald und zwar bis spätestens zum Jahre 1892 wiederkehren müfste, welcher die Geburt des Heilands der Welt mit triumphirendem Lichte zu verkünden berufen schien. — Noch Ausführlicheres über diese Angelegenheit finden Sie übrigens in dem Buche des Redakteurs dieser Zeitschrift „Spaziergänge durch das Reich der Sterne“ (Wien 1885) S. 76 bis 86.

Herrn **Dr. J. F.** in **Budapest.** Sie fragen unter anderm: „Sind die planetaren Umlaufsbahnen in der That elliptisch und ist die Ellipse in der That so unwiderstehlich nachgewiesen, dafs ein anständiger Mensch sich schämen sollte, diese Frage zu stellen?“ Ihre Zweifel defswegen heben dann bei der völlig zweifellos richtigen Thatsache an, dafs Kreise unter jedem anderen als einem rechten Winkel gesehen, wie Ellipsen erscheinen, während wir ja nothwendig die Planetenbahnen unter solchen Winkeln betrachten. Sie fügen schliefslich hinzu, dafs die populären Schriftsteller, welche Ihnen von all den Wunderdingen am Himmel erzählten, Sie „tief in der Seele beunruhigt“ hätten durch solche und viele andere Fragen, welche dem „recht intelligenten Ignoranten“ aufstofsen, von ihm aber nicht beantwortet werden konnten. Wir erwidern darauf mit Freuden, dafs wir die Entstehung derartiger zweifelnder Fragen vorausgesehen haben und eben defshalb in jener längeren Serie von Artikeln die Beweise für die mit unzweifelhafter Sicherheit erkannte Weltordnung, einem denkenden Laien ohne Vorkenntnisse verständlich, liefern. Auch auf Ihre Fragen wird in diesen Artikeln an rechter Stelle die Antwort

gegeben; wir müssen Sie darauf vertrösten. Doch können wir schon jetzt hinzufügen, dafs die Planetenlaufbahnen uns von der Erde aus gesehen weder elliptisch noch kreisförmig, sondern als sehr verwickelte, sich vielfach durchkreuzende Linien auftreten, deren mathematische Behandlung in der That ganz unwiderstehlich ihre in Wahrheit elliptische Form verräth. Davon, wie erwähnt, später in einem unserer nächsten Feuilletons.

Herrn **A. G.** in **München**. Eine bis 1881 reichende Zusammenstellung der verschiedenen Werthe der ermittelten Parallaxe der Sonne giebt Newcombs „Populäre Astronomie" (deutsche Ausgabe von W. Engelmann, Leipzig 1881, pag. 225), einen kritischen Ueberblick über dieselben Harkness (Amer. Journ. of Sc. 3 Serie, vol. XXII pag. 375). Zu diesen Beiträgen können wir, da sich den offiziellen Publikationen der verschiedenen leitenden Comités der Venusdurchgangs-Bearbeitungen nicht gut vorgreifen läfst, nur den Bericht des britischen Comités hinzufügen (Transit of Venus 1882, London 1887), nämlich 8.832″ ± 0.024″.

Die gewünschten Wolfschen Relativzahlen der Sonnenflecken für 1880 bis 1887, welche die nach einer hier nicht näher zu erläuternden Formel berechnete Häufigkeit der Flecke definiren, sind folgende:

1880 . . .	32.3	1884 . . .	63.4
1881 . . .	54.2	1885 . . .	52.2
1882 . . .	59.6	1886 . . .	25.4
1883 . . .	63.7	1887 . . .	13.1

Herrn **W. L. H.** in **Berlin**. Das bereits fertig gestellte ausführliche Verzeichnifs von Fixsternparallaxen und Doppelsternbahnen hat des Raummangels wegen auf das nächsterscheinende Heft verwiesen werden müssen.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die leuchtenden Nachtwolken.

Von O. Jesse in Steglitz.

Die letzten Jahre zeichnen sich durch ganz aufserordentlich auffallende Erscheinungen in der Erdatmosphäre aus, welche geeignet sind, das Interesse der Forscher in hohem Grade in Anspruch zu nehmen. Im August des Jahres 1883 begannen in den Aequatorgegenden in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Krakatoa-Ausbruch [1]) die kräftigen rothen Dämmerungsphänomene, welche von da aus sich allmählich über die ganze Erde verbreiteten und gegen das Ende des November auch in Deutschland vielfach gesehen und bewundert worden sind. Vom Dezember 1883 ab nahm der Glanz derselben allmählich ab, aber noch bevor dieser vollständig erlosch, stellte sich im Sommer 1885 eine neue Erscheinung ein, die seitdem zwar nur während verhältnifsmäfsig kurzer Zeit im Jahre bei uns sichtbar ist, die sich aber regelmäfsig zu einer fast genau abgemessenen Jahreszeit wiederholt und dabei einen Glanz entwickelt, welcher, unter Berücksichtigung der Zeit, das Phänomen als ein höchst auffallendes erscheinen läfst.

Die bisher angestellten Messungen über die Höhe der Erscheinung, die sich als leuchtende Nachtwolken darstellt, ergaben so aufserordentlich hohe Werthe, dafs man das Wesen derselben als ein durchaus räthselhaftes bezeichnen mufste, weil bisher kein Fall beobachtet worden ist, in welchem gewöhnliche Wolken auch nur annähernd eine solche Höhe erreicht haben. Während nach Ekholm und Hagström die gröfste Erhebung der gewöhnlichen Cirruswolken (oder Federwolken) etwa 13 km beträgt, ist für die leuchtenden

---

[1]) Wir werden auf diese denkwürdige Katastrophe und ihre direkten meteorologischen Gefolgeerscheinungen in den nächsten Heften eingehend zurückkommen. D. Red.

Wolken eine Höhe von 75 km gefunden worden. Der Unterschied dieser Werthe ist so beträchtlich, dafs man auf keinen Fall, oder doch nur unter sehr erschwerten Umständen, dieselben Bestandtheile für die leuchtenden, wie für die gewöhnlichen Cirruswolken annehmen kann.

Die glänzenden Nachtwolken wurden in Norddeutschland zuerst im Jahre 1885 in den Tagen des 23. und 24. Juni gesehen. Nach meinen Beobachtungen am 23. Juni hatte das Phänomen den folgenden Verlauf. Einige Zeit nach Sonnenuntergang erschien innerhalb des Dämmerungssegments[2]) am Himmel eine cirrusartige Bewölkung, die sich durch eine ungewöhnliche Helligkeit auszeichnete. Ich habe dem Wolkenhimmel bisher immer eine grofse Aufmerksamkeit zugewandt: aber eine so glänzende Erscheinung, besonders zu einer so späten Abendzeit, erschien mir aufserordentlich auffallend. Um 9 Uhr 50 Minuten war der Nordwesthimmel bis zu einer Höhe von etwa 20 Grad[3]) mit einer schön gezeichneten, hellen, cirrusartigen Wolkenschicht bedeckt, die sich etwa von Nordwest bis Nordnordost erstreckte. In dieser Schicht, deren unterster Theil mir jedoch durch Häuser und Bäume verdeckt war, liefsen sich drei horizontale Zonen unterscheiden. Die untere hatte ein glanzloses, etwas gelbliches Aussehen, weiter hinauf folgte ein Streifen von mehreren Graden Breite, welcher in einem überaus schönen, weifsglänzenden, silberähnlichen Lichte leuchtete. Ueber diesem Streifen folgte ein ähnlicher mit mattem, bläulichem Farbenton. Auf der Fläche der leuchtenden Wolken liefsen sich verschieden gestaltete Figuren, besonders kreisförmige mit vielfach verschlungenen Streifungen erkennen. Das Licht der hellen mittleren Zone war vergleichbar dem Lichte des beinahe vollen Mondes, wenn derselbe zur Zeit des Sonnenunterganges ungefähr 10 Grad über dem Osthorizont sich befindet. Um $10^1/_2$ Uhr hatte die Höhe der leuchtenden Wolken etwas abgenommen; die drei Schichten waren noch vorhanden, die obere war jedoch beträchtlich schmaler geworden.

Diese wunderbare Erscheinung hatte mein höchstes Interesse in Anspruch genommen. Um mich zu informiren, ob dieselbe in der That, wie ich dem Augenschein nach schliefsen durfte, eine weitere

---

[2]) Das Dämmerungssegment ist derjenige Theil des Himmels, welcher nach Sonnenuntergang oder vor Sonnenaufgang von den Sonnenstrahlen beleuchtet wird und welcher uns daher in dem Dämmerlichte erscheint. Es ist im allgemeinen ein verwaschener Halbkreis, welcher das Segment gegen den Nachthimmel begrenzt.

[3]) 1 Grad (1°) ist etwa soviel wie zwei Vollmondbreiten.

Verbreitung hatte, richtete ich an verschiedene wissenschaftliche Institute in Deutschland eine Anfrage und ersuchte um Mittheilung über das Phänomen. Infolge dessen erhielt ich eine gröfsere Anzahl von Zuschriften, in welchen mir Beobachtungen über dasselbe mitgetheilt wurden. Die Erscheinung ist hiernach nahezu gleichzeitig in ganz Deutschland gesehen worden. Ich mufs indessen hinzufügen, dafs nach einer brieflichen Mittheilung von Herrn Dr. Laska in Prag das Phänomen von demselben bereits am 10. Juni 1885 bemerkt worden ist.

Während der folgenden Wochen nach dem 23. Juni wurden die leuchtenden Wolken noch vielfach beobachtet. Gegen das Ende des Juli 1885 hörten dieselben indessen plötzlich auf, so dafs es schien, als sei die Erscheinung nun überhaupt verschwunden; dies war jedoch nur scheinbar. Am 30. Mai 1886 erhielt ich von Herrn Dr. P. Andries, Wilhelmshaven, die Mittheilung, dafs die leuchtenden Wolken am 28. desselben Monats daselbst von neuem gesehen worden waren; ferner schrieb mir Herr Ingenieur Gronemann zu Osterbeek in Holland, dafs er dasselbe Phänomen ebenfalls am 28. Mai beobachtet habe. Bald darauf wurde es auch in ganz Deutschland nahezu in derselben Weise gesehen, wie im Jahre vorher. Besonders bemerkenswerth ist es, dafs es nach zwei Monaten, fast um dieselbe Zeit wie im Jahre 1885, wieder verschwand. Seitdem hat sich das Phänomen alljährlich wiederholt und zwar so, dafs es niemals vor Ende Mai und nach Ende Juli gesehen worden ist. Es ist indessen keineswegs an jedem sonst wolkenfreien Abend bemerkt worden, sondern es tritt meist in unregelmäfsigen Zwischenräumen von etwa 8 Tagen auf und bleibt dann in der Regel mehrere Nächte hintereinander sichtbar.

Das Phänomen der leuchtenden Wolken hat seit seinem ersten Auftreten schon beträchtlich abgenommen; dies zeigt sich namentlich darin, dafs die Häufigkeit in den letzten Jahren wesentlich geringer geworden ist, als sie anfangs war. Besonders aber fällt hierbei ins Gewicht, dafs in den ersten beiden Jahren wiederholt Fälle vorgekommen sind, welche einen tiefen Eindruck auf den Beschauer hinterliefsen und zwar weniger infolge des grofsen Glanzes, als grade infolge des zeitweisen Mangels an Glanz. Es ist wiederholt sowohl von mir, als auch von anderen Personen beobachtet worden, dafs einige Zeit nach Sonnenuntergang der Nordwesthimmel vollständig tiefschwarz und undurchdringlich erschien, obwohl die Sonne bei ganz klarem Himmel untergegangen war. Nur in gröfseren Höhen, von etwa 10 bis 20 Grad an, zeigte das intensive silberhelle Leuchten das

Vorhandensein des merkwürdigen Phänomens an. Ich vermag kaum den beängstigenden Eindruck zu schildern, welchen diese unheimliche Erscheinung auf mich hervorbrachte; es schien, als wenn eine äufserst dunkle und schwere Gewitterwolke sich in kurzer Zeit über jenen Theil des Himmels ausgebreitet hatte. Dafs aber thatsächlich nichts dergleichen vorhanden war, wurde bald darauf erkannt, als der finstere Schatten allmählich durch das fortschreitende Leuchten verdrängt wurde. Ich kann mir dies Vorkommnifs nicht anders erklären, als durch die Annahme einer aufserordentlichen Anhäufung der Bestandtheile der leuchtenden Wolken, durch welche die Sonnenstrahlen gänzlich ausgelöscht wurden. Da die letzteren zu der Zeit ungefähr eine solche Richtung hatten, dafs der Weg, den sie in der Nähe des sichtbaren Horizontes in einer horizontalen, mit schwebenden Theilchen angefüllten Schicht der Atmosphäre zurücklegen, seinen gröfsten Werth hat, so scheint der Vorgang des Auslöschens wohl erklärlich, zumal hierbei die Anzahl der das Licht hemmenden Theilchen ein Maximum ist.[4]) Mit dieser Ansicht im Zusammenhange scheint auch die Thatsache zu stehen, dafs an solchen Abenden das Aufleuchten der hellen Wolken schon etwa 15 bis 20 Minuten nach Sonnenuntergang stattfand, wogegen dasselbe an anderen Abenden gewöhnlich später erfolgte. Besonders in den letzten beiden Jahren war die Dauer zwischen dem Untergange der Sonne und dem Aufleuchten der Wolken meist länger als eine Stunde.

An den Abenden, an welchen das Aufleuchten ungewöhnlich früh stattfand, ereignete es sich auch in der Regel, dafs die hellen Wolken mehr oder weniger über den ganzen Himmel verbreitet waren und dafs nur der äufserste Südost-Himmel davon frei blieb. Anfangs waren dieselben kaum bemerkbar; mit dem abnehmenden Tageslichte oder bei tiefer sinkender Sonne zog sich die Erscheinung allmählich nach Nordwesten hin zurück; gleichzeitig nahm der Glanz der Wolken langsam zu, und er erreichte seinen gröfsten Werth, wenn die Ausdehnung der Erscheinung sich soweit vermindert hatte, dafs die obere Grenze im Nordwesten nur noch eine Höhe von etwa 15 Grad hatte. Wenn dagegen das Aufleuchten länger als eine Stunde nach dem Sonnenuntergange stattfand, wurde die Erscheinung nur am Nordwest-Himmel wahrgenommen.

In den meisten Fällen wurde auch einesehr rasche Veränderung der Form der Wolken bemerkt; schon nach wenigen Minuten war

---

[4]) Siehe den Zusatz 1 am Schlufs des Artikels.

das Aussehen derselben ein wesentlich anderes geworden. An einem Abend bemerkte ich im Nordnordosten eine Stelle, welche sich vor allen anderen durch einen auffallenden Glanz auszeichnete; diese blieb während der ganzen Beobachtungszeit am Abend sichtbar, wenn auch unter Veränderung ihrer ursprünglichen Form. In der zweiten Hälfte der Nacht hatte jedoch dieser Glanz wesentlich abgenommen, so dafs die Stelle vor anderen nicht mehr hervortrat.

Die diesem Artikel beigegebenen vier Abbildungen der leuchtenden Nachtwolken sind nach photographischen Aufnahmen hergestellt. Fig. 1 und 2 sind gleichzeitig am 6. Juli 1887 abends 9 Uhr 55 Minuten mittlere Berliner Zeit aufgenommen, die erste von dem Wasserthurm des Observatoriums in Potsdam, die zweite von dem Dache des Hauses Blumenthalstrafse 18 in Berlin. Fig. 3 stellt das Phänomen dar, wie es sich 10 Minuten später in Potsdam zeigte; man erkennt aus derselben, dafs die Erscheinung bereits etwas herabgesunken ist. Fig. 4 giebt eine Abbildung der leuchtenden Wolken vom 4. Juli 1888 morgens $1^1/_2$ Uhr durch eine Lücke des unteren Gewölkes; bei dieser Aufnahme war der Standort das Dach des Hauses Albrechtstrafse 30 in Steglitz.

Die günstigste Zeit für die Beobachtung der leuchtenden Wolken ist immer dann, wenn der Dämmerungsbogen eine Höhe von etwa 15 Grad hat; dies ist der Fall, wenn sich die Sonne etwa 10 bis 11 Grad unter dem Horizonte befindet. Sind diese Wolken überhaupt vorhanden, so sind sie immer nur innerhalb des Dämmerungssegmentes am Himmel, jedoch ragt die Erscheinung wohl etwas — um 2 bis 5 Grad — über dasselbe hinaus. Die leuchtenden Wolken haben im allgemeinen ein ähnliches Aussehen wie gewöhnliche Cirrus- oder Federwolken, aber sie unterscheiden sich in einem wesentlichen Punkte von diesen, wodurch sie unzweifelhaft sofort zu erkennen sind. Wenn nämlich Cirruswolken innerhalb des Dämmerungssegmentes vorkommen, so sind diese — mit Ausnahme etwa der ersten 15 Minuten nach dem Untergange der Sonne — immer dunkler als derjenige Theil des Dämmerungshimmels, in welchem keine Cirruswolken vorhanden sind. Dagegen sind die leuchtenden Wolken immer heller, als der sie umgebende Dämmerungshimmel. Gewöhnliche Cirruswolken verschwinden im allgemeinen nicht, wenn sie aufserhalb jenes Segmentes sich befinden, sie verändern nur ihr Aussehen, indem sie nun heller erscheinen als der ihnen zunächst liegende Theil des Nachthimmels. Die leuchtenden Wolken verschwinden aber gänzlich, sobald die Grenze zwischen dem Dämmerungs- und dem Nachthimmel über sie hinweg-

geht und nur derjenige Theil bleibt sichtbar, welcher in dem Dämmerungssegment liegt.

Welche aufserordentlichen Unterschiede nun zwischen den gewöhnlichen Cirruswolken und diesen leuchtenden Wolken vorhanden sind, zeigt sich besonders an den bis jetzt vorgenommenen Höhenbestimmungen. Die Ausdehnung der Erscheinung ist von dem jedesmaligen Stande der Sonne unter dem Horizonte abhängig. Es ergeben sich daher, unter der Voraussetzung, dass das Leuchten der Wolken durch ein Zurückwerfen der Sonnenstrahlen bewirkt wird, und dafs das Verschwinden gegen den Nachthimmel dadurch hervorgerufen wird, dafs

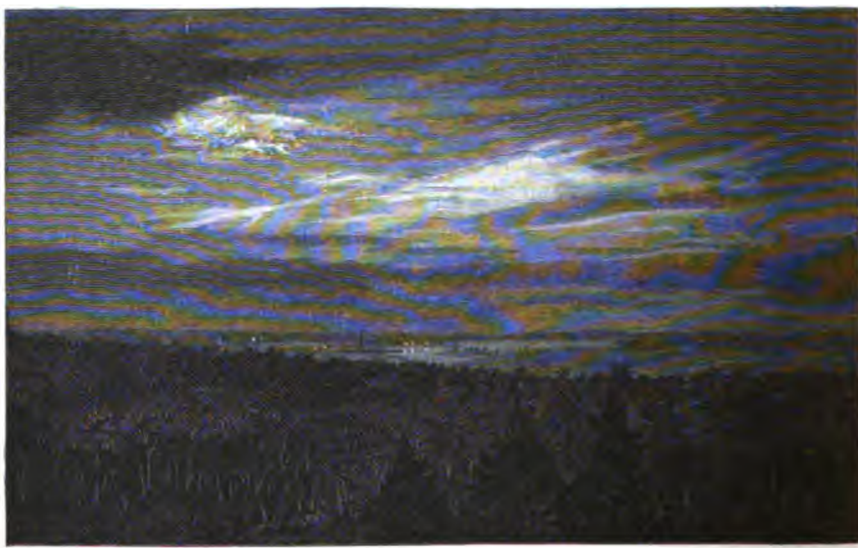


Fig. 1.

der Erdschatten über die Licht reflektirenden Theilchen hinweggeht, leicht die Grundsätze für eine Höhenbestimmung; denn man braucht nur das Fortschreiten jenes Bogens, welcher das Phänomen gegen den Nachthimmel begrenzt, zu verfolgen und die Höhe des Gipfels des Bogens über dem Horizont zu verschiedenen Zeiten mittelst eines Winkelmefsinstrumentes zu bestimmen. Aus derartigen Messungen, welche im Jahre 1885 wiederholt von mir ausgeführt worden sind, ergiebt sich die ungemein grofse Höhe von mehr als 50 km. Aber es mufs zweifelhaft erscheinen, ob dieser Werth den wirklichen Verhältnissen entspricht. Die durch die Erdatmosphäre hindurchgehenden Sonnenstrahlen werden bekanntlich um so mehr geschwächt, je länger der Weg ist, den sie in derselben zurücklegen. Hierzu kommt, dafs

diejenigen Strahlen, welche die Erdoberfläche selbst berühren, auch besonders aus dem Grunde am meisten Licht verlieren, weil die verschiedenen Luftschichten im allgemeinen um so mehr mit fremden Bestandtheilen, welche für den Durchgang des Lichtes hinderlich sind, angefüllt sind, je näher die Schicht an der Erdoberfläche sich befindet. Es ist hiernach nicht unwahrscheinlich, dafs erst diejenigen Sonnenstrahlen, welche in einer Entfernung von etwa 5 km von der Erdoberfläche bleiben, die Kraft behalten, um die fremden Theilchen hinreichend zu beleuchten, so dafs diese sichtbar werden. In der That



Fig. 2.

haben spätere Bestimmungen wesentlich gröfsere Werthe für die Höhe ergeben. Auf Veranlassung des Herrn Professor Förster in Berlin wurden am Abend des 6. Juli 1887 gleichzeitig von Herrn Dr. Stolze in Berlin und von mir in Potsdam photographische Aufnahmen von den leuchtenden Wolken ausgeführt, aus welchen ein Werth von etwa 75 km für die Höhe folgt.[5]) Indessen ist auch dieser Werth nicht ganz sicher, weil die Entfernung Potsdam — Berlin zu klein ist, gegenüber der Entfernung der leuchtenden Wolken, wenn

[5]) Siehe den Zusatz 2 am Schlusse dieses Artikels.

diese, wie es an jenem Abend der Fall war, in der Nähe des Horizonts sich befinden.[6]) Von den Herren Dr. Ceraski und Belopolsky in Moskau wurden wiederholt Höhenbestimmungen ausgeführt, nach welchen sich ein Werth von etwa 66 km ergiebt.

Man könnte nun zu der Ansicht neigen, dafs das Phänomen bisher in jedem Sommer dagewesen ist, und dafs, da es besonders in seinem gröfsten Glanze spät am Abend auftritt und dann nur immer sehr tief am Horizont sichtbar ist, es bisher nicht bemerkt oder doch übersehen worden ist, und in der That ist es denkbar, dafs ein nicht geschultes Auge die Erscheinung übersieht.



Fig. 3.

Gegen die Ansicht, dafs das Phänomen in dem bisher beobachteten Glanze ein beständiges, alle Jahre wiederkehrendes ist, sprechen indessen gewichtige Thatsachen. Zunächst spricht hiergegen der Umstand, dafs ich in dem Sommer 1884, welcher dem zuerst bemerkten Auftreten der leuchtenden Wolken voraufging, vielfach das glänzende Purpurlicht am Dämmerungshimmel beobachtet und gemessen habe. Die Erscheinung würde mir daher auf keinen Fall entgangen sein, wenn sie damals schon vorhanden gewesen wäre. Ferner spricht dagegen die Thatsache, dafs die leuchtenden Wolken seit der ersten Beobachtung von Jahr zu Jahr an Ausdehnung und Häufigkeit des

[6]) Siehe den Zusatz 3 am Schlusse dieses Artikels.

Auftretens abgenommen haben. Wenn sie aber so ausserordentlich rasch abnehmen, wie es bis jetzt durch die Beobachtung festgestellt ist, so müssen sie nothwendig einen Anfang genommen haben; jedenfalls ist aber mit der konstatirten Abnahme die Ansicht unvereinbar, dafs das Phänomen in dem beobachteten Glanze ein dauerndes ist. Obwohl nun andererseits hiernach ein Ende der Erscheinung in Aussicht steht, so ist es doch immerhin wahrscheinlich, dafs während einiger Jahre dieselbe noch fortdauern wird.

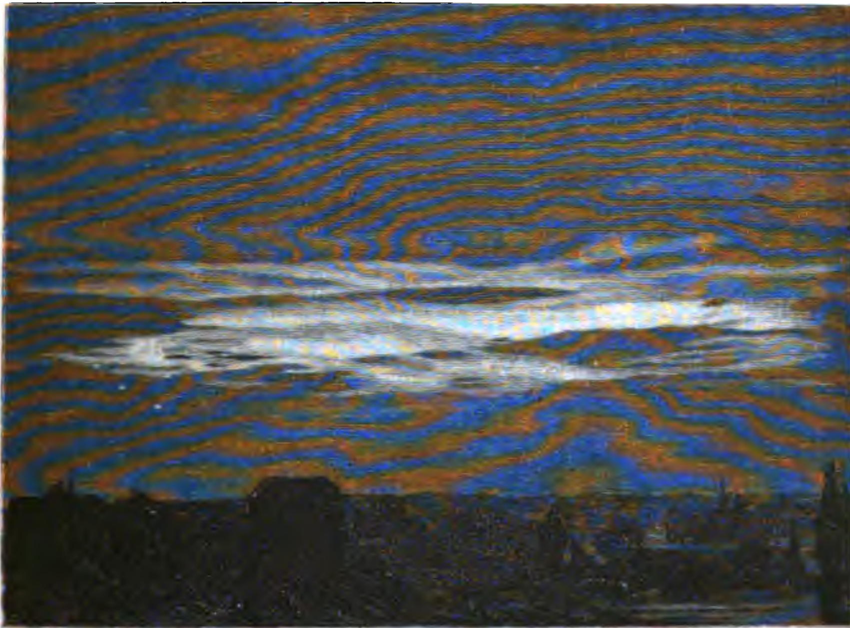


Fig. 4.

Die im Jahre 1883 vorgekommenen aufserordentlichen vulkanischen Ausbrüche des Krakatoa in der Sundastrafse, in deren Gefolge ungemein prächtige rothe Dämmerungserscheinungen auftraten, lassen es an sich als einigermafsen wahrscheinlich erscheinen, dafs die leuchtenden Wolken mit denselben im Zusammenhange stehen.

Zwar wissen wir, dafs die glänzenden Wolken, welche seit dem Jahr 1885 in jedem Sommer bei uns gesehen worden sind, im Jahre 1884 noch nicht vorhanden waren und dafs somit zwischen dem Ausbruch des Krakatoa und dem ersten Auftreten des Phänomens ein Zeitraum von nahe 2 Jahren verflossen ist. Aber obwohl hierdurch die Annahme eines Zusammenhanges zwischen beiden Erscheinungen

von vornherein ausgeschlossen erscheint, so glaube ich denselben dennoch aufrecht erhalten zu können.

Es ist oben darauf hingewiesen, dafs die leuchtenden Wolken eine Höhe von etwa 75 km haben. Vergleicht man mit diesem Resultate die bis jetzt bekannt gewordenen Werthe über die Höhe der gewöhnlichen Cirruswolken, die wie schon erwähnt 13 km erreichen kann und bekanntlich die höchste unter gewöhnlichen Umständen beobachtete Wolkenform ist, so drängt sich uns nothwendig die Erkenntnifs auf, dafs die leuchtenden mit den gewöhnlichen Wolken nichts zu thun haben. Man ist aus diesem Grunde genöthigt, zur Erklärung dieser Erscheinung ganz neue Gesichtspunkte aufzustellen. In gewissem Sinne giebt aber die Entstehung der gewöhnlichen Wolken einen Anhalt für eine Hypothese über das Zustandekommen der leuchtenden Wolken.

Wir wissen, dafs die gewöhnlichen Wolken durch das Emporsteigen des Wasserdampfes entstehen, indem mit der gleichzeitig stattfindenden Ausdehnung der Gase eine Temperaturerniedrigung vor sich geht, unter deren Einflufs der Wasserdampf sich zu Tröpfchen verdichtet. Ganz ähnlich kann man sich das Entstehen der leuchtenden Wolken denken, indem man von der Voraussetzung ausgeht, dafs statt des Wasserdampfes irgend ein anderes Gas in höhere Luftschichten steigt und sich hierbei soweit abkühlt, dafs dasselbe sich in den tropfbar flüssigen Zustand umwandelt.

Wir wissen nach den neuen Untersuchungen von Olszewsky, Wroblewsky und andern, dafs eine grofse Anzahl von Gasen durch Entziehung von Wärme und durch Steigerung des äufseren Druckes sich zu tropfbaren Flüssigkeiten verdichten lassen. Die Temperatur und der Druck stehen hierbei in der Verbindung miteinander, dafs der Wärmeverlust um so gröfser sein mufs, je geringer der äufsere Druck ist, dem das Gas unterliegt. Bei mehreren Gasen gelingt die Verdichtung in den flüssigen Zustand bei einem Druck von wenigen Atmosphären und bei der Temperatur Null. So wird die schwefelige Säure bei 1.5, das Cyan bei 2.4 und Ammoniak bei 4.4 Atmosphären und der Temperatur Null flüssig.

Die schwefelige Säure wird vielfach von Vulkanen ausgeworfen; sie verdichtet sich bei dem Druck einer Atmosphäre und bei der Temperatur — 20 Grad zu einer farblosen Flüssigkeit, und sie wird sich wahrscheinlich, wenn der Druck bis auf Null sinkt, bei einer Temperatur, welche noch oberhalb derjenigen liegt, welche man für

die des Weltenraums halten kann (dieselbe ist nach Frölich — 130 Grad), zu einer flüssigen Masse verdichten.

Es ist nun meine Ansicht, dafs die leuchtenden Wolken dem gewaltigen Ausbruche des Krakatoa im August 1883 ihr Dasein verdanken. Nach der Schätzung von Verbeek hat die Höhe der Auswurfsmasse am 26./27. August 1883 etwa 15 bis 20 km betragen.[7]) Hiermit in Uebereinstimmung steht das Resultat meiner Untersuchungen über die Höhe der rothen Dunstschicht, durch deren Beleuchtung durch die Sonne die intensiven Dämmerungserscheinungen vom November 1883 bis zum Jahre 1887 hervorgebracht worden sind, welche sich zu 17 km ergeben hat.[8])

Die Auswurfsmasse hat nun unzweifelhaft sowohl aus festen staubartigen, als auch aus gasartigen und vielleicht auch aus Wassertheilchen bestanden. Während nun der Wasserdampf, nachdem er in die Höhe gelangt war, sich condensirte und in Verbindung mit dem flüssigen Wasser und mit dem gröberen Gestein wieder auf die Erde zurückfiel, vermischten sich die übrigen Gase und die Staubtheilchen mit der atmosphärischen Luft und wurden mit derselben nach allen Richtungen hin auseinander getrieben. Obwohl nun die Gase sich im allgemeinen vollständig durchdringen, so scheint es doch, dafs das gegenseitige Durchdringen um so mehr geschwächt wird, je gröfser der Unterschied der specifischen Gewichte ist. Es ist z. B. von dem Wasserstoff bekannt, dafs derselbe in grofsen Mengen aus den Vulkanen strömt; da aber der Wasserstoff in der Atmosphäre, ausgenommen in der Nähe von Vulkanen, sich nicht nachweisen läfst, so ist das Fehlen desselben in der unteren Luftschicht nur dadurch zu erklären, dafs man annimmt, derselbe werde wegen seines wesentlich geringeren Gewichtes gegen die atmosphärische Luft rasch in die höheren Regionen getrieben und verliere sich von da aus in den allgemeinen Raum. Es wird nun hiernach denkbar, wenn derjenige Temperaturgrad, bei dem sich das Gas, welches zur Bildung der leuchtenden Wolken beigetragen hat, verdichtet und in den tropfbaren Zustand übergeht, nicht allzu tief liegt, oder doch nicht so tief, wie die Temperatur an der oberen Grenze unserer Atmosphäre, dafs das Gas sich zu einer tropfbaren Flüssigkeit verwandelt. Hiermit wird die atmosphärische Luft in jener Höhe, wo die Verdichtung stattfindet, von den fremden Gasen befreit, und es werden daher aus tieferen Schichten weitere Theile derselben nach oben dringen.

7) Compt. rend. T. XCVIII p. 1019.
8) Meteorologische Zeitschrift 1884 p. 133.

Nach der Condensirung sind nun die Gase schwerer, als die atmosphärische Luft und sie sinken infolge der Erdanziehung gegen die Erdoberfläche zurück. Dieses Fallen ist aber beschränkt; denn sobald die Theilchen in wärmere Schichten gelangen, verdampfen sie wieder und der vorher beschriebene Vorgang wiederholt sich von neuem.

Da nun in diesem Zustande die Körperchen über einen grofsen Theil, vielleicht über den ganzen Luftraum der Erde zerstreut sind und infolge dessen in einer sehr dünnen Lage auftreten, so wird man kaum erwarten können, dafs dieselben nun schon sichtbar sind. Es ist daher nun erforderlich, dafs die Möglichkeit der Bildung einer wolkenartigen Verdichtung, in welcher sie thatsächlich beobachtet worden sind, einer kurzen Betrachtung unterworfen wird.

Während wir bei den Körpern, so lange sie in dem gasförmigen Zustand auftreten, im allgemeinen wahrnehmen, dafs die einzelnen Theile eines und desselben Körpers sich von einander zu entfernen suchen, sehen wir in dem flüssigen oder festen Zustande nicht selten, dafs dieselben Körper nach einer Vereinigung streben. Wir wissen z. B., dafs der in der Luft enthaltene Wasserdampf sich in derselben mehr oder weniger auszubreiten sucht; sobald aber der Wasserdampf sich zu tropfbar flüssigen Theilchen verdichtet hat, suchen diese bis zu gewissen kleinen Grenzwerthen eine Annäherung, die durch die Bildung der Wolken zum Ausdruck kommt. Zuweilen ist dies Bestreben nach einer Vereinigung besonders kräftig. Wir müssen dies aus den ungemein scharf ausgeprägten Umrissen schliefsen, welche nicht selten bei Gewitterwolken beobachtet werden. Ein ähnliches Streben nach einer Vereinigung zeigt sich bei der Bildung von Krystallen aus den Lösungen krystallisirbarer Körper. Hier müssen die einzelnen kleinen Theilchen einen verhältnifsmäfsig grofsen Weg zurücklegen, bevor sie sich an den Hauptkörper ansetzen. Aehnliche Kräfte, wie sie in den beiden Beispielen wirksam sind, mögen nun auch die Vereinigung der in der Atmosphäre weit zerstreuten condensirten Gastheilchen herbeigeführt haben. Nach dieser Darlegung wird es nun erklärlich, dafs das erste Erscheinen der leuchtenden Wolken erst verhältnifsmäfsig spät, $1^3/_4$ Jahr nach dem Ausbruch des Krakatoa, gesehen worden ist; denn die Vereinigung aller der kleinsten Körperchen zu einer Hauptmasse hat jedenfalls längere Zeit in Anspruch genommen. Es mag aber zu dieser Anhäufung noch eine andere Ursache mitgewirkt haben, welche zugleich die Periodicität des Auftretens der leuchtenden Wolken herbeigeführt hat.

Höchst merkwürdig mufs es nämlich erscheinen, dafs das auffallende Phänomen nur während einer kurzen Zeit im Sommer sichtbar ist. Man könnte hiernach zu der Ansicht neigen, dafs die Ursache desselben beständig in unserer Atmosphäre vorhanden ist, und dafs nur unter ganz bestimmten Verhältnissen die Erscheinung sichtbar wird. Man könnte z. B. annehmen, dafs, weil die Sonne zu jener Zeit in verhältnifsmäfsig geringer Tiefe unter dem Nordhorizont bleibt, die Sonnenstrahlen auf weit ausgedehnte Eis- und Schneefelder, welche im Norden liegen, fallen, und dafs unter Mitwirkung dieser reflektirten Strahlen die in der Atmosphäre schwebenden Körperchen hinreichend beleuchtet und dadurch sichtbar werden. Wenn dies aber der Fall wäre, so bleibt es unerklärlich, dafs der Anfang der leuchtenden Wolken innerhalb einer Erscheinung dem Sommersolstitium näher liegt, als das Ende. Wenn jene Voraussetzung richtig wäre, müfste man erwarten, dafs das Phänomen im Gegentheil derartig zu dem Sommersolstitium liegt, dafs die Zeit der Sichtbarkeit vor dem 21. Juni länger sein müfste, als die Zeit der Sichtbarkeit nach demselben, weil auf alle Fälle die Ausdehnung der Schnee- und Eisfelder am Anfang der Erscheinung eine gröfsere ist, als gegen das Ende derselben.

Es scheint daher, dafs das periodische Auftreten des Phänomens nur durch eine Wanderung desselben erklärt werden kann, wozu die Umstände auch sonst einigermafsen günstig liegen.

Von Sir William Siemens wurde vor einigen Jahren eine Hypothese über die fortwährende Erneuerung der Sonnenkraft aufgestellt, bei welcher die Ansicht zu Grunde gelegt ist, dafs der Weltenraum mit höchst verdünnten Gasen als Fortsetzung der Atmosphären der Sonne und der Planeten angefüllt ist. Ebenso hat schon Enke aus den fortdauernd abnehmenden Umlaufszeiten des nach ihm benannten Kometen geschlossen, dafs der Weltraum mit einem, wenn auch sehr dünnen, widerstehenden Mittel angefüllt ist. Auch unter Zugrundelegung sonstiger physikalischer Gesetze wird man zu der Annahme geführt, dafs der interplanetare Raum nicht leer ist, sondern dafs derselbe von denjenigen Luftarten eingenommen wird, welche die Planeten umgeben, sich aber dann in einem höchst verdünnten Zustande befinden müssen. Wenn jedoch der Weltenraum wirklich mit einem widerstehenden Mittel angefüllt ist, so mufs unter der Voraussetzung, dafs dasselbe in Bezug auf seine Bewegung gegen diejenige der Erde um die Sonne zurückbleibt, eine ununterbrochene, allerdings sehr langsame Erneuerung der Erdatmosphäre stattfinden. Diejenige Erdhälfte, welche der Bewegungsrichtung zugewandt ist,

erhält fortwährend einen neuen Zuflufs aus dem allgemeinen Raum; infolge dessen mufs auf der entgegengesetzten Seite nothwendig ein Abflufs stattfinden. Auf diese Weise wird es denkbar, dafs in den Schichten der Atmosphäre von etwa 20 bis 100 km Höhe eine unaufhörliche, wenn auch schwache Strömung nach der Rückseite vor sich geht. An dieser Strömung müssen dann jedenfalls die in den höchsten Atmosphärenschichten schwebenden Stoffe theilnehmen.

Es ist nun bemerkenswerth, dafs wir die Erscheinung der leuchtenden Wolken nur während einer kurzen Zeit des Jahres sehen und dafs diese Zeit so liegt, dafs die Annahme eines Einflusses jener Strömung auf die Bewegung der leuchtenden Wolken sich zu bestätigen scheint. Die Lage der Erdaxe im Weltenraum und gegen die Bewegungsrichtung der Erde ist nämlich so, dafs in der Zeit vom 21. Dezember bis zum 21. Juni der Südpol der Erde der Bewegungsrichtung zugewandt ist. In der Mitte dieser Zeit, am 21. März, hat diese Zuneigung ihren gröfsten Werth, beide Richtungen bilden dann einen Winkel von 66.5 Grad miteinander; gegen den Anfangs- und Endpunkt der Zeit verschwindet die Neigung und beide Richtungen bilden dann einen Winkel von 90 Grad miteinander. In dem folgenden Halbjahr sind die Verhältnisse entgegengesetzt, so dafs am 23. September der Nordpol der Erde mit der Bewegungsrichtung einen Winkel von 66.5 Grad einschliefst. Im Verein mit der Bewegung der Erde um ihre Axe ist es hiernach denkbar, dafs die Luft in dem halben Jahr vom Januar bis Juni einer sehr langsamen Strömung von Süden nach Norden und in dem folgenden halben Jahr einer Strömung in entgegengesetzter Richtung unterworfen ist. Da nun auch die in der Luft schwebenden Theilchen an dieser Strömung theilnehmen müssen, so wird es hiernach erklärlich, dafs wir die leuchtenden Wolken nur im Juni und Juli sehen.

Man könnte nun gegen diese Hypothese über die Strömung der Luft in den oberen Schichten und über die Wanderung des Phänomens einwerfen, dafs bis jetzt die leuchtenden Wolken auf der südlichen Hälfte der Erde noch nicht gesehen worden sind, und dafs daher die Hypothese sehr fragwürdig erscheint. Hierzu kommt, dafs die Direktion der deutschen Seewarte im Herbst des Jahres 1887 ein Flugblatt erliefs, welches die Bitte an die Seefahrer um Beobachtung des Phänomens besonders auf den mittleren und höheren südlichen Breiten enthielt. Hierauf sind bisher keine Mittheilungen eingegangen.

Man könnte hiernach in der That zu der Ansicht neigen, dafs das Phänomen im Süden nicht vorhanden ist. Aber es sprechen doch

gewichtige Gründe dafür, dafs die Erscheinung, wenn sie auch wirklich an einem Orte auftritt, doch nicht als aufsergewöhnlich aufgefafst wird. Dies zeigt sich deutlich aus den Beobachtungen, welche bisher aus Europa bekannt geworden sind. Während aus Deutschland ziemlich zahlreiche Beobachtungen, besonders aus der ersten Zeit des Phänomens vorliegen, sind aus England, Schweden, Norwegen, Rufsland, Italien und Holland nur ganz vereinzelte Nachrichten bekannt geworden. In Frankreich, Spanien, Oesterreich-Ungarn, Schweiz und Dänemark ist die Erscheinung anscheinend ganz unbeachtet geblieben; ebenso fehlen aus den Vereinigten Staaten Nordamerikas Nachrichten darüber.

Man wird auf Grund dieser Thatsachen nicht schliefsen können, dafs das Phänomen in denjenigen Länderstrichen, aus welchen keine Beobachtungen vorliegen, auch nicht aufgetreten ist. Vielmehr mufs man annehmen, dafs dasselbe der Aufmerksamkeit seiner Bewohner entgangen ist.

Für die südliche Halbkugel der Erde fällt besonders ins Gewicht, dafs in denjenigen Breiten, welche den unsrigen entsprechen, das Festland nur sehr spärlich vertreten ist. Es ist fast nur die Südspitze von Amerika, welche hierbei in Betracht kommen kann. Dafs aber dort bei den Bewohnern der Sinn für besondere Naturerscheinungen mehr ausgebildet sein sollte, wie z. B. in Frankreich, wird man nicht erwarten können.

Es mufs nun aber besonders auffallend erscheinen, dafs auch von den Seefahrern bis jetzt keine Mittheilungen eingegangen sind. Diese Thatsache würde besonders stark dafür sprechen, dafs die leuchtenden Wolken im Süden nicht vorhanden sind. Aber da auch aus den nördlichen Theilen des atlantischen Ozeans, wo sie unzweifelhaft vorgekommen sind, keine Beobachtungen von Seefahrern bekannt geworden sind, so ist man auch hiernach nicht zu der Annahme berechtigt, dafs das Phänomen im Süden nicht vorkommt.

Die leuchtenden Wolken haben immerhin einige Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Dämmerungsleuchten, welches infolge des Vorhandenseins von Cirruswolken mehr oder weniger prächtig erscheint, und nur unter Berücksichtigung des tiefen Standes der Sonne unter dem Horizonte hat die Erscheinung einen besonders auffallenden Charakter. Da aber diese Verhältnisse im allgemeinen nicht berücksichtigt werden, so ist es erklärlich, dafs das Phänomen in den meisten Fällen unbeachtet bleibt. Es kann daher auch nicht auffallen, dafs selbst Seefahrer, welche sich vor allem durch Wetterkunde auszeichnen,

die Erscheinung übersehen, weil dieselben wegen des vielfachen Wechsels in Bezug auf die scheinbare Geschwindigkeit, mit welcher sie die Sonne unter verschiedenen geographischen Breiten unter den Horizont treten sehen, sich nicht hinreichend derjenigen aufserordentlichen Umstände bewufst werden, welche das Phänomen begleiten.

Ich kann daher nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen nicht zu der Ansicht neigen, dafs die Nachtwolken nur unsern Breiten eigen sind. Es würden hieraus aufserordentliche Schwierigkeiten erwachsen in Bezug auf die Frage, wie man sich die Unsichtbarkeit in der langen Zwischenzeit vom August bis zum Mai zu erklären habe. Die Temperatur ist in diesen Höhen höchst wahrscheinlich während des ganzen Jahres nur sehr geringen Schwankungen unterworfen; durch diese wird also das periodische Auftreten nicht erklärt werden können. Der Einwand, dafs zur Zeit der Sichtbarkeit des Phänomens, möglicherweise infolge der Reflexion der Sonnenstrahlen an Schnee- und Eisflächen, eine gröfsere Lichtmenge auf die Materie fällt, wodurch dieselbe sichtbar werden kann, ist schon oben widerlegt.

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, dafs das Phänomen der leuchtenden Wolken seit seinem ersten Auftreten von Jahr zu Jahr abgenommen hat, und es scheint nothwendig, die obige Hypothese über die regelmäfsige periodische Strömung der Atmosphäre in den oberen Schichten hieran zu prüfen. Wenn die leuchtenden Wolken aus verdichteten Gasen bestehen, so ist es einigermafsen schwierig, die fortdauernde Verminderung der Materie zu erklären, weil wir daran gewöhnt sind, anzunehmen, dafs alle im Bereich der Anziehungskraft der Erde befindlichen Theile derselben dauernd verbleiben.

Man mufs es aber nach den voraufgegangenen Darlegungen für möglich halten, dafs die feinen Körperchen von derjenigen Strömung, welche durch die Bewegung der Erde in dem widerstehenden Mittel hervorgerufen wird, erfafst und aufserhalb des Bereiches der Erdatmosphäre geführt werden. Dafs hierdurch nur eine ganz allmähliche Abnahme der Masse der leuchtenden Wolken stattfinden kann, da die Strömung nur auf verhältnifsmäfsig kleinen Gebieten diejenige Kraft haben wird, welche zu einer dauernden Entziehung der kleinsten Theile, die ja noch immer der Anziehung der Erde unterworfen sind, nothwendig ist, erscheint zweifellos. Man erkennt z. B., dafs während der Zeiten der Aequinoctien die Verhältnisse so liegen, dafs die gröfsten Beträge der Wolkentheilchen aus der Atmosphäre hinweggeführt werden, und dafs zu den Zeiten der Solstitien die Menge der weggeführten Theilchen den kleinsten Werth hat. Zur Zeit des

Sommer-Solstitiums, in welcher die leuchtenden Wolken in der nördlichen gemäfsigten Zone auftreten, bewegt sich die Erde rechtwinklig gegen die Lage der Erdaxe. Es sind also in dieser Zeit die äquatorealen Theile der Atmosphäre, welche bei der Strömung hauptsächlich in Betracht kommen. In dieser Zeit wird daher die Strömung nur einen unwesentlichen Einflufs auf die Verminderung der Theilchen haben. Einige Monate später bildet die Bewegungsrichtung der Erde mit der Axe einen Winkel von 66.5 Grad. In dieser Stellung, bei welcher allem Anschein nach die leuchtenden Wolken in der Nähe des Aequators angekommen sind, liegen die Verhältnisse für die Entführung der Materie durch die Strömung etwas günstiger.

Es ist nun von einigem Interesse, einen Blick in die früheren Zeitalter der Entwickelung des Erdkörpers zu werfen. Sehr wahrscheinlich ist die vulkanische Thätigkeit unserer Erde einstmals eine viel regere gewesen, als sie heute ist. Man darf daher voraussetzen, dafs das Eindringen von aufsergewöhnlichen Beimengungen in unsere Atmosphäre ein viel häufigeres und infolge dessen ein massenhafteres gewesen ist, wie heute. Es wird hiernach denkbar, dafs die Erscheinung der leuchtenden Wolken in früheren Zeiten und besonders zur Zeit der gröfsten vulkanischen Thätigkeit eine beständige gewesen ist, in der Weise, dafs die ganze Atmosphäre in einem Abstande von etwa 75 km von der Erdoberfläche mit einer Schicht feiner Partikel angefüllt gewesen ist. Es ist ferner denkbar, da die vulkanische Thätigkeit sich nicht auf das Auswerfen nur einer Gasart beschränkt, dafs mehrere Gasarten zur Bildung von hellen Wolken beigetragen haben. Da nun die Gase im allgemeinen unter sehr verschiedenen Temperaturen sich verdichten, welche meist wesentlich anderen Höhen eigen sind, so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs aufser in Entfernungen von 75 km auch in noch gröfseren, von vielleicht 100 bis 150 km, Anhäufungen von kondensirten Gasen vorgekommen sind.

Aufser den ausgeworfenen Gasen, welche nach der Verdichtung zu dem Auftreten glänzender weifser Wolken Veranlassung gegeben haben, sind nun aber jedenfalls auch Staubtheilchen in grofsen Mengen in die Atmosphäre geschleudert worden, welche je nach ihrer Zusammensetzung andere Farbenerscheinungen bewirkten, die aber in Bezug auf Glanz wesentlich hinter den hellen Wolken zurückstehen.

Betrachtet man von diesem Gesichtspunkt aus den Planeten Jupiter, welcher wegen seiner aufserordentlichen Gröfse sich sehr wahrscheinlich noch in einer früheren Entwickelungsstufe als die Erde

befindet, so erkennt man, dafs derselbe in auffallender Weise den hier ausgesprochenen Muthmafsungen zu entsprechen scheint.

Das spezifische Gewicht des Jupiter ist bekanntlich geringer, als das des Wassers. Aber die Erscheinungen an demselben deuten an, dafs wir nicht die feste oder flüssige Oberfläche sehen, sondern nur eine in der Atmosphäre desselben schwebende Wolkenschicht; ja es ist nach den Beobachtungen einige Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden, dafs nicht nur eine, sondern mindestens zwei, wenn nicht mehr Wolkenschichten in derselben in verschiedener Höhe auftreten. Wenn eine dieser Schichten durch dieselben Gase erzeugt wird, wie die leuchtenden Wolken der Erde, so ist höchst wahrscheinlich infolge der beträchtlich höheren Atmosphäre des Jupiters und seiner Eigenwärme der Abstand derselben von der Jupiter-Oberfläche eine wesentlich gröfsere, wie der Abstand der leuchtenden Wolken von der Erdoberfläche, und das spezifische Gewicht des Hauptkörpers des Jupiter würde hiernach nicht unbeträchtlich vergröfsert werden.

Neben den weifsen Wolken treten in der Atmosphäre des Jupiter nun aber auch röthliche Wolken auf, welche, wenn man die scheinbare Bewegung zu Grunde legt, in einer andern Höhe sich befinden müssen, als die weifsen Wolken.

Im Zusammenhange mit den Vorgängen auf der Erde halte ich es ferner nicht für unwahrscheinlich, dafs gewisse Wolken des Jupiter eine ähnliche periodische Bewegung zeigen wie die leuchtenden Wolken der Erde. Zwar ist der Aequator des Jupiter gegen seine Bahnebene nur etwa um 3 Grad geneigt und infolge dessen müssen diejenigen Bewegungen, welche von der Neigung des Aequators gegen die Bahnebene abhängen in dem Sinne, in welchem die muthmafsliche Ortsveränderung der leuchtenden Wolken von der Bewegung der Erde um die Sonne abhängt, verhältnifsmäfsig langsam vor sich gehen. Andererseits ist aber die Umlaufszeit das Zwölffache derjenigen Zeit, welche die Erde zu einem Umlauf um die Sonne gebraucht. Es scheint also wohl möglich, dafs trotz der geringen Neigung des Jupiter-Aequators gegen die Bahnebene eine periodische Wanderung gewisser Wolken vor sich gehen kann. Es ist nun höchst beachtenswerth, dafs sowohl nach den Untersuchungen von Dr. Lohse, als auch nach denen von Ranyard die Veränderungen auf der Jupiterscheibe derartig zu sein scheinen, dafs dieselben sich nach einer Periode der Sonnenflecken wiederholen. Da nun die Umlaufszeit des Jupiter um die Sonne eine Periode hat, welche von derjenigen der Sonnenflecken nicht viel abweicht, und da andererseits die systematischen Beobach-

tungen dieses Planeten in Bezug auf die Veränderung seiner Oberfläche wohl noch nicht lange genug bestehen, um jene Periode hinsichtlich ihrer Dauer sicher genug zu erkennen, so mufs man es einstweilen wenigstens für möglich halten, dafs jener Zusammenhang über den Einflufs der Bewegungsrichtung des Jupiter auf die Wanderung gewisser Wolken in seiner Atmosphäre von Norden nach Süden und zurück besteht.

Es ist weiter oben ausgesprochen, dafs einige Wahrscheinlichkeit dafür vorliegt, dafs die Materie der leuchtenden Wolken durch die Strömung, welche durch die Bewegung der Erde in dem widerstehenden Mittel zu stande kommt, erfafst und allmählich aufserhalb des Bereiches der Anziehungskraft der Erde geführt wird. Wenn dies wirklich die Ursache der fortschreitenden Abnahme der leuchtenden Wolken ist, so hat auch Jupiter wahrscheinlich ganz ähnliche Verhältnisse aufzuweisen, die sich darin zeigen müssen, dafs dieser Planet auf der Rückseite seiner Bewegungsrichtung um die Sonne einen mehr oder weniger schwachen Schweif hinterläfst. Ob allerdings dieser Schweif für unsere Hülfsmittel wahrnehmbar ist, kann nur erst durch die Beobachtungen geprüft werden.

Die Annahme, dafs auch bei andern Planeten, besonders bei Venus, wegen ihres wahrscheinlich jüngeren Alters, ähnliche Verhältnisse vorliegen, ist hiernach wohl berechtigt.

Da die vulkanische Thätigkeit auf der Erde fast nie ganz zur Ruhe kommt und zuweilen gröfsere Ausbrüche sich ereignen, so liegt die Annahme nahe, dafs fort und fort solche Gase, welche das Material der leuchtenden Wolken bilden, in die Atmosphäre gelangen. Es ist hiernach nicht undenkbar, dafs die Bestandtheile der leuchtenden Wolken fortwährend in der Atmosphäre der Erde vorhanden sind, wenngleich sie gröfstentheils in so geringen Mengen auftreten werden, dafs sie entweder gar nicht sichtbar sind oder doch nur durch regelmäfsige systematische Untersuchungen aufgedeckt werden können.

Die in den letzten Jahren vorgekommenen Erscheinungen in unserer Atmosphäre haben uns die Thatsache vor Augen geführt, dafs die Zeit der Dämmerung besonders geeignet ist, uns das Vorhandensein aufsergewöhnlicher Beimischungen der Atmosphäre zu zeigen. Im allgemeinen ist die Luft um so mehr mit fremden Körperchen angefüllt, welche die Durchsichtigkeit verhindern, je dichter dieselbe ist, d. i. in der Nähe der Erdoberfläche. In Bezug auf die Undurchsichtigkeit der unteren Atmosphäre kommt es aber weniger in Be-

tracht, dafs die fremden Staubtheile derselben dasjenige Licht, welches von den hinter ihnen in den höheren Schichten der Atmosphäre befindlichen Körpertheilchen ausgeht, hemmen, sondern vielmehr stört der Umstand, dafs sie das empfangene Sonnenlicht zurückwerfen und dadurch dasjenige Licht überstrahlen, welches von den über ihnen liegenden Theilchen ausgeht. Diese letzteren bleiben uns daher so lange verborgen, als die unteren Körperchen das Sonnenlicht in hinreichender Menge zurückwerfen. Diese Verhältnisse ändern sich nun nach dem Sonnenuntergang in der Weise, dafs die unteren, mit Staubtheilchen angefüllten Luftschichten kein direktes Sonnenlicht mehr erhalten, wohl aber noch die oberen Schichten. Da somit die unteren dichteren Lagen durch das Reflektiren des Sonnenlichtes nicht mehr stören, so werden nun die Theilchen, welche in den oberen Schichten schweben, sichtbar.

In dem letzten Jahrzehnt hat die Ausbreitung der meteorologischen Beobachtungsnetze auf der Erdoberfläche einen erfreulichen Aufschwung genommen. Der Umstand, dafs die Witterungselemente nicht blos auf dem Festlande, sondern auch vielfach von Schiffen, welche über alle Meere vertheilt sind, sorgfältig aufgezeichnet werden, ist besonders geeignet, unsere meteorologischen Kenntnisse zu erweitern. Aber es scheint, dafs die Aufgabe der Witterungsbeobachter im allgemeinen etwas enge begrenzt ist; wenigstens würde unsere Kenntnifs über das Ausbreitungsgebiet der leuchtenden Wolken eine wesentlich bessere sein, als sie thatsächlich ist, wenn die meteorologischen Beobachter ihre Aufmerksamkeit auch auf die Dämmerungszeit ausgedehnt hätten.

Von einem besonderen Werth wird es nun sein, in den nächsten Erscheinungen die Höhe der leuchtenden Wolken unter möglichst verschiedenen atmosphärischen Zuständen zu bestimmen. Wir wissen, dafs die grofsen atmosphärischen Wirbel, welche nicht selten einen Durchmesser von mehreren Hunderten von Meilen haben, durch das Auf- und Absteigen von Luftmassen entstehen. Während in dem Gebiete eines barometrischen Minimums ein aufsteigender Luftstrom vorherrscht, ist in dem Gebiete eines barometrischen Maximums ein absteigender Luftstrom vorhanden. Wir kennen nun zwar nicht die Höhe, bis zu welcher sich diese Strömungen erstrecken; aber man mufs immerhin die Möglichkeit zugestehen, dafs bei der häufig enormen horizontalen Ausdehnung dieser Gebiete die vertikalen Strömungen wohl diejenigen Höhen erreichen können, in welchen die leuchtenden Wolken sich befinden. Unter dieser Voraussetzung er-

giebt sich nun, dafs die Höhe der Erscheinung nicht immer eine und dieselbe sein kann, sondern dafs sie je nach der Richtung der senkrechten Strömung, welche an dem betreffenden Orte vorherrscht, einen gröfseren oder geringeren Abstand von der Erdoberfläche haben wird. Man erkennt hieraus, dafs es für das Studium der Bewegungsverhältnisse der obersten Schichten der Atmosphäre von aufserordentlichem Werthe ist, wenn die Höhenbestimmungen der leuchtenden Wolken möglichst oft und unter möglichst verschiedenen Bedingungen ausgeführt werden. Am besten eignen sich die photographischen Aufnahmen für diesen Zweck. Nach denselben erhält man, wenn sie gleichzeitig an zwei oder mehreren verschiedenen Orten vorgenommen werden, die Grundlagen für die Höhenbestimmung, und wenn diese Aufnahmen in kurzen Zwischenräumen auf einander folgen, erhält man die Grundlagen für die Bestimmung der Bewegung der leuchtenden Wolken, und zwar sowohl in Bezug auf die Richtung, als auch auf die Geschwindigkeit derselben.

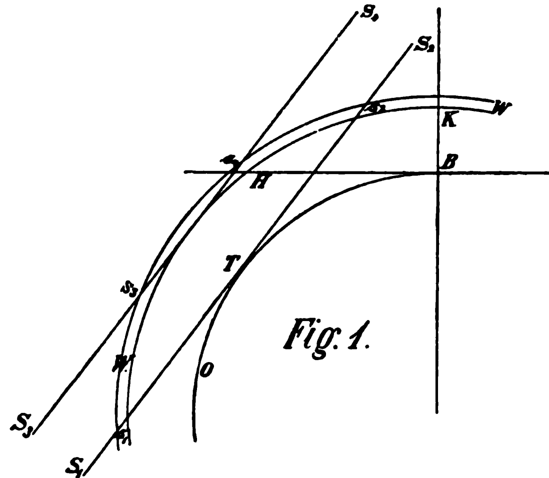
Durch spectroskopische Beobachtungen würde man ferner vielleicht Aufschlüsse über die Art der Materie erhalten und in weiterer Folge einen Einblick in die Temperaturverhältnisse in jenen Höhen.

Es ist zu wünschen, dafs die Betheiligung an der Beobachtung der leuchtenden Wolken eine regere werden möge, als sie bisher gewesen ist, weil möglicherweise mehrere Jahrzehnte vergehen können, bis dasselbe Phänomen in demjenigen Maafse sich wiederholt, dafs es für diese Bestimmungen benutzt werden kann.

Zusätze:

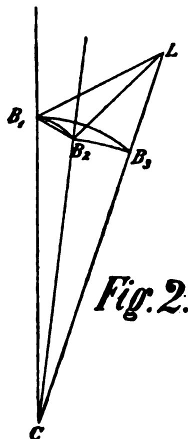
1) Seite 266. Um den Vorgang über die Auslöschung der Sonnenstrahlen näher darzulegen, sei in Fig. 1 (Seite 284) B der Beobachtungsort, $B\ K$ die nach dem Zenith gerichtete Linie, $W\ W$ sei eine Schicht der leuchtenden Wolken, $S_1\ S_2$ ein Sonnenstrahl, welcher nahe an der Erdoberfläche $O\ B$ vorbeigeht, $S_3\ S_4$ sei ein Strahl, welcher die untere Seite der leuchtenden Wolken gerade berührt und welcher dem ersten wegen der grofsen Entfernung von der Sonne parallel ist. Man sieht sogleich, dafs der Strahl $S_3\ S_4$ einen wesentlich längeren Weg (von s_3 bis s_4) in der Schicht $W\ W$ zurücklegt als der Strahl $S_1\ S_2$, welcher letzterer bei s_1 durch dieselbe hindurch geht. Da also der Strahl $S_3\ S_4$ wesentlich mehr geschwächt wird wie $S_1\ S_2$, so wird es erklärlich, dafs wir in dem Raum $s_3\ s_4$ die leuchtenden Wolken nicht bemerken und besonders dann nicht bemerken, wenn die Schicht $W\ W$ aufserordentlich stark mit solchen Theilchen, welche das Licht hemmen, angefüllt ist. Da nun der Horizont bei H innerhalb des Weges $s_3\ s_4$ durch die Wolkenschicht geht, so mufs die Gegend des Himmels unmittelbar über dem Horizonte dunkel erscheinen. Der Strahl $S_1\ S_2$ verliert dagegen bei s_1 viel weniger Licht als $S_3\ S_4$; daher kann derselbe bei s_2 noch hinreichende Kraft behalten, so dafs diese Stelle uns leuchtend er-

scheint. Rechts von s_2 kann dagegen keine Lichtwirkung mehr vorkommen, weil diese durch den Schatten der Erde, welcher durch die Linie $T\ S_2$ begrenzt ist, aufgehoben wird. Es ist hier zu bemerken, dafs die Linie $S_1\ S_2$ in einem kleinen Abstande von der Erdoberfläche entfernt bleibt, und dafs daher durch dieselbe keine eigentliche Begrenzung des Erdschattens stattfindet. Es



wird aber weiterhin auseinander gesetzt werden, dafs die Schichten der Atmosphäre nahe an der Erdoberfläche das Sonnenlicht so stark schwächen, dafs man thatsächlich die Linie $T\ S_3$, welche die Grenze zwischen Licht und Schatten darstellen soll, um etwa 5 Kilometer von der Erdoberfläche entfernt denken mufs.

2) Seite 269. Es dürfte hier von Interesse sein anzudeuten, auf welche Weise auf Grund der photographischen Aufnahmen die Höhe der leuchtenden Wolken bestimmt worden ist. Bekanntlich beruht die Bestimmung der Lage von Punkten, welche für uns nicht direkt zugänglich sind, darauf, dafs man den Winkelabstand derselben von dem Meridiankreise, d. i. derjenige gröfste Kreis am Himmel, welcher durch den Nordpunkt, den Südpunkt und durch das Zenith geht, und ebenso den Abstand vom Horizonte an zwei verschiedenen Orten B_1 und B_2 mifst. In der Fig. 2 sei L der zu bestimmende Punkt, B_1 und B_2 seien die beiden Beobachtungsorte auf der Erdoberfläche, C sei der Mittelpunkt der Erde und B_3 derjenige Punkt, in welchem die Verbindungslinie $C\ L$ die Erdoberfläche trifft. Durch die angedeuteten Messungen erhält man in dem Dreiecke $B_1\ B_2\ L$ die Winkel bei B_1 und B_2, während die Entfernung des Punktes B_1 von B_2 entweder nach den bekannten geographischen Längen und Breiten berechnet, oder nach einer guten geographischen Karte bestimmt wird. Da nun in diesem Dreieck eine Seite und die beiden anliegenden Winkel bekannt sind, so lassen sich die beiden andern Seiten finden. Man erhält hiermit die Entfernung des Punktes L



von jedem Beobachtungsort. Hieraus findet man die Höhe des Punktes L oder die Linie B_3 L auf die folgende Weise. In dem Dreieck B_1 C L ist der Winkel bei B_1 durch Messung gefunden; ferner ist bekannt die Seite B_1 C und B_1 L. Hiernach läfst sich die Seite L C finden. Man erhält demnach die Länge der Linie L B_3, wenn man von der Länge L C den Halbmesser der Erde in Abzug bringt. Für den zweiten Beobachtungsort kann man ganz ähnlich verfahren, indem man nun das Dreieck B_2 C L zu Grunde legt.

Es ist nun noch zu zeigen, wie man die Richtung der Linie B_1 L bestimmt. Jeder photographische Apparat ist vor seiner Anwendung zu Messungszwecken in Bezug auf gewisse beständige Werthe zu untersuchen. Es mufs nämlich bekannt sein, wie weit die empfindliche Ebene von dem Mittelpunkt der Glaslinse, welcher in der Fig. 3 mit M bezeichnet ist, entfernt ist. In dieser Fig. seien L_1 und L_2 die beiden Linsen eines photographischen Apparates. Die durch die Mitte

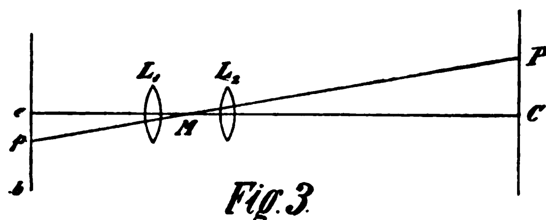


Fig. 3

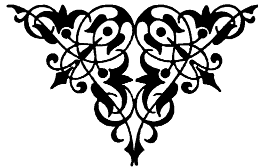
der beiden Linsen gehende Grade c C wird die Axe des Linsensystems genannt. c b sei die Bildplatte des Apparates und P ein weit entfernter Punkt. Das von der Linse entworfene Bild des Punktes P liegt in p, d. i. da, wo die über M hinaus verlängerte gerade Linie M P die Bildplatte trifft. Es kommt nun darauf an, die Lage des Punktes M oder die Länge von c M, welche als die Hauptbrennweite des Apparates bezeichnet wird, zu finden. Man erkennt nun sogleich, dafs diese Linie dadurch bestimmt wird, dafs man die Linie c p auf der Platte mifst und ferner den Winkel C M P. Die letztere Messung wird mittelst eines Winkelmefsinstrumentes ausgeführt, das genau an die Stelle gesetzt wird, wo vorher der photographische Apparat gestanden hat. Der Punkt C ist allerdings in dem Gegenstande, welcher abgebildet wird, nicht vorhanden; aber es ist leicht, denselben von der Bildplatte aus, wo er etwa durch ein Fadenkreuz dargestellt ist, auf den Gegenstand zu übertragen.

Kennt man nun den Betrag von M c und hat der Apparat sonst weiter keine Fehler, so läfst sich für je zwei Punkte, welche auf der Platte abgebildet worden sind, ermitteln, unter welchem Winkel sie, von dem Beobachtungsorte aus gesehen, von einander entfernt sind. Ebenso läfst sich für jeden abgebildeten Punkt finden, um welchen Betrag, in Winkelwerth ausgedrückt, derselbe von der Bildmitte c entfernt ist. Sind nun mindestens zwei Punkte des Gegenstandes nach ihrem Azimuth (man versteht bekanntlich darunter den Abstand eines Punktes in Winkelmafs von dem Meridiankreise, wobei dieser Abstand in demjenigen dem Horizonte parallel laufenden Kreise zu messen ist, welcher durch den betreffenden Punkt geht) und nach ihrer Höhe bekannt, so läfst sich, wie man leicht erkennt, für jeden andern Punkt des Bildes sowohl sein Azimuth als auch seine Höhe ermitteln. Die Richtung, in welcher ein Punkt gesehen wird, ist hiermit bestimmt.

Die beiden Wolkenbilder vom 6. Juli 1887 enthalten nun verschiedene Punkte, welche als Anhalt für die Einstellungsrichtung oder für die Orientirung

dienen. Auf dem Bilde Fig. 1 Seite 268 sind zwei Sternbahnen (in der Originalaufnahme rescheinen die Sterne nicht als Punkte, sondern als Linien, weil die Belichtungsdauer einige Minuten währte, in welcher Zeit die Sterne ihre scheinbare Richtung etwas verändert hatten und zwar infolge der täglichen Bewegung um die Erdaxe) für welche, da die Zeit der Aufnahme bekannt ist, leicht das Azimuth und die abgebildete Höhe bestimmt werden können. Auf dem Bilde Fig. 2 Seite 269 ist eine Kirchthurmspitze enthalten, für welche das Azimuth durch direkte Messung an Ort und Stelle bestimmt worden ist; ebenso ist die Grenzlinie zwischen Himmel und Erde abgebildet. Hiernach ist hinreichender Anhalt für die Orientirung vorhanden.

3) Seite 270. Man erkennt schon aus der Fig. 1 auf Seite 284, dafs der Punkt *H*, welcher in der Schicht der leuchtenden Wolken liegt, wesentlich weiter von *B* entfernt ist als der Punkt *K*. Aber diese Figur entspricht der Wirklichkeit nicht ganz. In derselben ist der Halbmesser der Erde zu klein gezeichnet gegenüber den sonstigen Gröfsenverhältnissen, besonders in Bezug auf den Abstand der Schicht *W W* von der Erdoberfläche. Aus den thatsächlichen Verhältnissen ergiebt sich durch Rechnung, dafs der Punkt *H* von *B* um etwa das 13fache der Länge *K B* entfernt ist.





Wissenschaftliche Unternehmungen in Amerika.

Von **Dr. Heinrich Samter** in **Wolfenbüttel.**

Der nachstehenden Einsendung eines unserer Herren Mitarbeiter glauben wir die folgenden allgemeinen Bemerkungen voranschicken zu müssen.

Wir sind uns dessen wohlbewufst, dafs es vielfach deutsche Art ist, die ausländischen, besonders die französischen, englischen und nordamerikanischen Leistungen und Unternehmungen in der Naturforschung von vornherein viel höher zu schätzen, als dasjenige, was auf diesem Gebiet in Deutschland geschieht. Beispielsweise kann man oft die Bemerkung hören: Neben den Riesenfernröhren jener Stationen könne die ganze deutsche Astronomie sich ja gar nicht sehen lassen.

Zum Theil gehen Irrungen und Uebertreibungen solcher Art auch daraus hervor, dafs die Naturwissenschaft jener Länder bisher in der Tages- und Zeitschriften-Literatur lebhafter vertreten gewesen ist, als dies hinsichtlich der deutschen Forschung der Fall war.

Unsere Zeitschrift hat es sich daher zu einer besonderen Aufgabe gestellt, die wissenschaftlichen Leistungen und Unternehmungen Deutschlands auf unserm Gebiete einem gröfseren Publikum gegenüber gebührend zu Worte kommen zu lassen, und schon unsere nächsten Hefte werden davon noch mehr als die bisher erschienenen Zeugnifs ablegen.

Aber wir gedenken uns auch von jeder nationalen Einbildung und Ueberschätzung fern zu halten, die sich in der That verflüchtigen muss, wenn man Himmel und Erde fest und treu ins Auge fafst. Wir hoffen daher in bestem deutschen Sinne gegen die wirklichen Vorzüge und Leistungen auch des Auslandes stets gerecht zu bleiben.

Ja, wir glauben sogar, dafs unsere Zeitschrift in dieser Beziehung aufser den deutschen Leistungen auch denjenigen einiger anderen

Nationen, als der oben genannten, zu einer richtigeren und höheren Würdigung zu verhelfen die Pflicht haben wird, als ihnen bisher sowohl in Deutschland als anderswo zu theil geworden ist.

Nach diesen Bemerkungen ertheilen wir unserm Herrn Mitarbeiter das Wort.

Nirgends ist wohl der Geist der spezifisch neuen im Gegensatz zur alten Kultur derartig entwickelt, wie in der neuen Welt, in Amerika. Eine merkwürdige, jedenfalls heroische Leistung naturwissenschaftlicher Begeisterung ist, wie man auch über ihren relativen Nutzen denken möge, die unlängst vollendete Expedition, welche den grofsen Meteoriten von Bendego oder Bahia von seiner langjährigen Ruhestätte in die Sammlung des brasilischen Nationalmuseums überführte. Bereits vor mehr denn hundert Jahren war der erfolglose Versuch gemacht worden, die 5361 kg schwere Eisenmasse nach Bahia zu transportiren, aber erst vor Jahresfrist nahm der Chevalier José Carbos de Carvalho, der im paraguaischen Kriege Erfahrung im Ueberführen schwerer Massen erlangt hatte, die Idee mit Enthusiasmus auf. Ehe der Stein auf die nächste Eisenbahnstation gebracht werden konnte, hatte man einen Marsch von $4^1/_2$ Monat zurückzulegen, einen Weg durch dichten Wald zu öffnen, hundert Ströme und eine sehr steile Hügelreihe von 265 m Höhe zu überschreiten. Einen Monat lang ist dann das gewichtige Ding Eisenbahnpassagier gewesen, und jetzt liegt es glücklich in Rio.

Auch sonst leuchtet durch regen Eifer für wissenschaftliche Interessen in Süd-Amerika Brasilien und sein Kaiser voran, nächstdem die argentinische Republik. Nord-Amerika leistet zur Zeit Aufserordentliches in der Errichtung von Sternwarten. Die Stadt Rochester im Staate New-York hat deren allein nicht weniger als sieben, die sämmtlich das Werk von Privatleuten sind. Eben erst hat ein Herr Hobbs eine bedeutende Summe für die Aufführung eines neuen Observatoriums am Michigansee gegeben, welches ein grofses Aequatoreal und einen Meridiankreis erhalten soll, und kaum ist die höchste Sternwarte der Welt auf dem Berge Hamilton, 4200 Fuss über dem Meere, vollendet, für die James Lick die Kleinigkeit von 700 000 Dollars ausgesetzt hat, so wird eine noch um 800 Fufs höher liegende, auf Kosten eines Herrn Chamberlin im Staate Colorado errichtet, und mit einem Aequatoreal von 20 Zoll Oeffnung ausgestattet.

Die Lick-Sternwarte enthält ein Instrument, das den Wundern der neuen Kulturzeit zugezählt werden muss, und das so recht auf

den Boden Amerikas pafst, aus dem es herausgewachsen ist. Und auf der Sternwarte der Harvard-Universität zu Cambridge im Staate Massachusets sind neuerdings die Instrumente aus dem Nachlasse Henry Drapers aufgestellt worden, um die grofsartigen Aufgaben, die sich der Direktor dieses Observatoriums Herr Pickering gestellt hat, ausführen zu helfen. Von der ganz neuen Sternwarte auf dem Berge Hamilton und der alten, schon herrlich bewährten zu Cambridge und ihren Werken, möchte ich einige neuere Nachrichten wiedergeben.

Das Riesenfernrohr, welches auf der Lick-Sternwarte Aufstellung gefunden hat, besitzt eine Oeffnung von nicht weniger als 36 Zoll und eine Länge von 50 Fufs. Das vordere und grössere Glas, welches den kostspieligsten Theil des Teleskops bildet, ist ein Werk von seltener Vollkommenheit aus der berühmten Werkstatt von Alvan Clarke and Sons zu Cambridgeport. Der Name dieser Firma bürgt für die Güte der Arbeit. Der Gründer des Geschäfts, der im vorigen Jahre im Alter von 83 Jahren gestorben ist, war ein selfmademan, wie Herschel und Fraunhofer, und er verdankt seinen Weltruf der zähen Energie seines Charakters. Seine Gläser, wie dasjenige, mit dem er den Siriusbegleiter entdeckte, und das grofse Fernrohr, das vor 11 Jahren zu Washington die Marsmonde finden half, sind alle Muster von Ausführung. Die Prüfung des Fernrohrs der Lick-Sternwarte ist bereits im vorigen Jahre von bedeutenden wissenschaftlichen Autoritäten, wie den Professoren Newcomb und Young geschehen. Es erwies sich dabei zur Trennung der Doppelsterne und zur Auflösung der Nebel in vorzüglichem Mafse tauglich. Selbst jene kleinen Sternchen, die in der unmittelbaren Nachbarschaft der hellsten Sterne stehend, von diesen überstrahlt zu werden pflegen, waren in dem Instrumente sichtbar, ohne dafs man den Hauptstern hätte verdecken müssen.

Auf dem Berge Hamilton, in einer Atmosphäre, die während drei Vierteln des Jahres von fast ungetrübter Heiterkeit ist, thront jetzt der Fernrohrriese. Man hat ihm eine Kuppel gebaut, die nicht weniger als 75 Fuss Durchmesser hat. Dieselbe wird zum Theil von einer Flüssigkeit getragen, und ist so leicht beweglich, dass ein Mann sie in neun Minuten vollständig herumdrehen kann. Das Rohr selbst kann durch den leisesten Druck bewegt werden, und ein Uhrwerk, wie es an den grofsen Aequatorealen angebracht ist, erlaubt mit dem gewaltigen Rohre mit grofser Genauigkeit der scheinbaren täglichen Drehung des Himmelsgewölbes zu folgen. Der Fufsboden, auf dem sich der Beobachter befindet, und der auf der Lick-Sternwarte 61 Fuss

im Durchmesser besitzt, läfst sich durch die Arbeit von vier hydraulischen Pressen heben, und zwar in neun Minuten bis zu $16^1/_2$ Fufs. Alle diese Vorrichtungen, deren Herstellung viel Geschick, Wissen, Geduld, Zeit und Geld erfordert hat, sind jetzt in genügender Ordnung befunden, und die Sternwarte am 1. Juli den Verwesern der kalifornischen Universität feierlich übergeben worden.

Der Anblick, den der Saturn bei tausendfacher Vergröfserung darbot, war ein ganz unerwarteter. Während die Beobachter sich sonst anstrengen müssen, um mit ihren Fernröhren gewisse interessante Einzelheiten dieses sonderbaren Himmelskörpers zu erkennen, trat hier alles mit der gröfsten Schärfe und Bestimmtheit ganz von selbst vor die Augen. Wenn der Neptun einen zweiten Trabanten hätte, der blofs den vierten oder den fünften Theil der Leuchtkraft seines Kollegen besäfse, mit dem Riesenfernrohr würde er nicht unbemerkt bleiben können.

Der Direktor der neuen Sternwarte schreibt am 1. August an den Redakteur der Zeitung „Daily Alta California" über die ferneren Beobachtungen: „Während die Astronomen überall sonst die Beobachtung des Olbersschen Kometen aufgegeben haben, der nur noch $^1/_{15}$ der Helligkeit hat, wie im vorigen Jahre, hat ihn Herr Barnard noch bis gestern Abend beobachtet, bis er endlich zu schwach wurde, um selbst hier gesehen zu werden. Diese Messungen sind von wirklichem Werthe, da sie einen gröfseren Bogen der Kometenbahn bestimmen und seine Bewegung mit viel gröfserer Genauigkeit ergründen lassen. Die Helligkeit der Marstrabanten beträgt nur ein Sechstel von derjenigen, die sie bei ihrer Entdeckung durch Asaph Hall im Jahre 1877 hatten. Demnach wird man mit dem Rohre Objekte entdecken können, die sechsmal schwächer sind, als die Marstrabanten damals waren. Ich habe selbst früher zu Washington mit dem grofsen Refraktor gearbeitet, (mit dem die Marstrabanten gefunden wurden,) aber ich habe mit dem neuen Fernrohr solche Ansichten der hellen Planeten, Saturn, Mars und Jupiter, von Nebelflecken, der Milchstrafse und einigen Fixsternen gehabt, wie nie ein Astronom zuvor. Jupiter besonders ist wunderbar reich an Details: die Scheiben seiner Monde sind hier voll und rund, wie die von Planeten, und vielleicht wird sich bei Verfinsterungen der Trabanten der Jupiter-Schatten auf ihnen verfolgen lassen. Und wenn die Scheiben, wie bereits andere Beobachter berichtet haben, wirklich Zeichnungen darbieten, so wird man mit Erfolg hier studiren können, ob jene Trabanten wie der Erdmond dem Planeten stets dieselbe Seite zukehren. Die Milchstrafse ist ein

wunderbarer Anblick und ich habe mit grofsem Interesse gesehen, dafs keine endliche Auflösung ihrer feineren Theile in einzelne Sterne möglich ist. Immer bleibt der Hintergrund von ungelösten Nebeln zurück, auf welchem Hunderte und Tausende von Sternen stehen — jeder ein heller, scharf bestimmter Punkt. Der bekannte Sternhaufen im Herkules, in dem Messier erklärte, keine einzelnen Sterne sehen zu können, stellt sich als eine Masse von getrennten individuellen Punkten dar, und die zentrale leuchtende Nebelmasse ist vollkommen in Punkte aufgelöst. Es war mir besonders interessant, nach Objekten zu sehen, mit deren Anblick ich aus anderen Fernröhren vertraut bin, und mit den Zeichnungen von Lord Rosse zu vergleichen, die er mit Hülfe seines Riesenteleskops gefertigt hat (dessen Spiegel einen Durchmesser von sechs Fuss besafs). Theoretisch müsste sein Fernrohr mehr als der neue Refraktor zeigen, weil es mehr Licht sammelt; aber in Klarheit und Schärfe steht es dem unsrigen bedeutend nach, wie wir es fortwährend beobachten. So ist der Ringnebel in der Leier von Rosse ohne einen zentralen Kern gezeichnet, den man schon in Washington sehen kann; aber hier sieht man wenigstens drei Sternchen. Sie sind interessant, weil sie mitten im Nebel liegen, nicht als einfache Sterne von ihm losgelöst erscheinen. Der Dreizack- und der Ω-Nebel sind hier wunderbare Objekte. Ihr ganzer Anblick ist verändert; alles ist hier vollkommen scharf und klar, was wo anders zweifelhaft ist. Einer der gröfsten praktischen Triumphe dieses Teleskops könnte es sein, ein für allemal Zweifel zu beseitigen, die irgendwo entstanden sind und entstehen werden. Freilich ist die Bauperiode noch nicht ganz vorüber. Ein grofses Teleskop ist eben nicht wie ein Opernglas, das man einfach aus der Tasche nehmen kann, und das dann sofort gebrauchsfertig ist; es ist vielmehr eine feine und komplizirte Maschine, die zu ihrem erfolgreichen Gebrauch eine ganze Reihe günstiger Bedingungen erfordert. Jede dieser Bedingungen ist studirt und erkannt worden, so dafs man sie herbeiführen und aufrecht erhalten kann. Wir sind Tag und Nacht mit der Lösung dieser Aufgaben beschäftigt gewesen, um unser Haus aus einem Museum träger Instrumente in ein geschäftiges Laboratorium zu verwandeln, in dem die inneren Geheimnisse des Himmels studirt werden sollen.“

Das einfache Betrachten der himmlischen Objekte ist übrigens nicht das einzige Werk, welches mit dem Riesenfernrohr zu vollbringen ist. Das Instrument ist von den Kuratoren der Sternwarte mit zwei sehr wichtigen Zugaben ausgestattet worden, einem photographischen

Ansatz, welcher dasselbe befähigen wird, als Dunkelkammer für die Aufnahme von Lichtbildern zu dienen, und einem Spektroskope. Zwar kann das Fernrohr nicht bei jenem grofsartigen wissenschaftlichen Unternehmen mit verwendet werden, welches nach den Beschlüssen des Pariser Astronomen-Kongresses vom vorigen Jahre die Aufnahme des gesamten Himmels zum Ziele hat, da hierzu Fernröhre von 13 Fufs Brennweite vorausgesetzt werden, während die des Riesenfernrohrs 47 Fufs mifst; aber andere wichtige Aufgaben aus der Himmelskunde wird es zu lösen fähig sein. Bei der Photographie des Mondes, der Planeten, der Nebelflecke und Kometen wird es zwar die anderen Fernröhre weit übertreffen, aber bei der Aufnahme von Doppelsternen und Sternhaufen, worin die hauptsächliche Anwendung des photographischen Apparats bestehen soll, wird es geradezu Epochemachendes leisten. Eines der ersten Werke, die zu erledigen sein werden, besteht in der Aufnahme der Nachbarschaften sämtlicher helleren Sterne, um so vielleicht schwächeren Begleitsternen auf die Spur zu kommen und dann ihre Bewegung von Zeit zu Zeit aufzuzeichnen. Eine gewisse Zahl von Sternen wird ausgewählt und in regelmäfsigen Zwischenräumen das ganze Jahr hindurch photographirt werden. Die Messungen auf diesen Platten werden dann die Daten geben, durch welche die Entfernungen dieser Sterne von der Erde bestimmt werden können, ähnlich wie bereits Herr Pritchard in Oxford die Entfernung von Bessels Schwanenstern auf photographischem Wege bestimmt hat. Analoge Messungen auf den Lichtbildern von Sternhaufen werden uns vielleicht einen Leitfaden für die Gesetze geben, welche den inneren Aufbau dieser wunderbaren Objekte regieren, und schliefslich wird eine fortwährende Reihe von Photographien der helleren Theile eines Kometen gewifs eine Fluth von Licht auf den noch so dunklen Prozefs ihrer Entwickelung ausgiefsen. Das grofse Sternspektroskop, das auch an das Fernrohr anzuschrauben ist, ist allein ein Wunderwerk. Es enthält ein von Prof. Rowland angefertigtes konkaves Gitter von ganz feinen und dichten Strichen auf einem dünnen Glasscheibchen, und bei der starken Zerstreuung, die es liefert, wird es uns sicher viele schöne Aufschlüsse über die chemische und physikalische Natur der fernsten Welten liefern.

Während die Aufgaben der Lick-Sternwarte vorläufig noch nicht wesentlich in Angriff genommen sind, und dort das Riesenfernrohr zunächst für die Gröfse dieser Unternehmungen zeugen muss — hat die andere Sternwarte, von der ich reden wollte, nämlich die Harvard-Sternwarte in Cambridge bei Boston schon viele schöne Arbeiten voll-

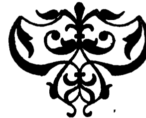
endet. Und das gegenwärtige Programm des überaus thätigen derzeitigen Direktors derselben, Herrn Pickering, ist so reich, dafs eine vollständige Darlegung desselben an dieser Stelle ermüden würde. Wir wollen uns heut darauf beschränken, seines grofsen Albums zu gedenken, welches die Spektren aller Sterne, die man mit blofsem Auge sehen kann, phothographirt enthalten soll. Das Verfahren, dessen er sich bedient, ist ein sehr einfaches. Ein Fernrohr von 8 Zoll Oeffnung wird gegen eine bestimmte Gegend des Himmels gerichtet, ein ungemein regelmäfsig gehendes Uhrwerk sorgt dafür, dafs die Bewegungen des Fernrohrs gleichmäfsig sind. Mit dem Teleskope ist ein photographischer Apparat verbunden, und vor das vordere Glas ist ein Prisma gestellt. So wird von sämtlichen Sternen, die gerade durch das Rohr sichtbar sind, das Spektrum auf der lichtempfindlichen Platte erscheinen. Man braucht nun blofs den ganzen Himmel abzusuchen, und kann dann die Resultate zu einem Album der Sternspektren vereinigen. Freilich wird es mehrfacher Wiederholungen bedürfen, ehe alles mit genügender Sicherheit aufgezeichnet sein wird. Das Werk ist nach dem kürzlich erschienenen zweiten Jahresbericht nahezu vollendet. Im ganzen waren 633 Platten dazu nöthig, auf denen sich nicht weniger als 27953 Bilder von Spektren befinden. Das Ausmessen der Platten und die nöthigen Rechnungen bilden eine viel gröfsere Arbeit, als die Aufnahme selbst, aber es steht Herrn Pickering eine grofse Reihe tüchtiger Kräfte zur Verfügung, die dies in kurzem vollbringen werden; auch fünf Damen machen sich dabei um die astronomische Wissenschaft verdient. Bis jetzt konnte freilich der Himmel nur soweit abgesucht werden, als er zu Cambridge sichtbar ist, aber zur weiteren Vervollständigung des Werkes soll im Herbste 1889 eine Expedition nach Peru geschickt werden, um das grofsartige Unternehmen auf die Hälfte des südlichen Himmels auszudehnen, die man auf der Sternwarte zu Cambridge nicht sehen kann.

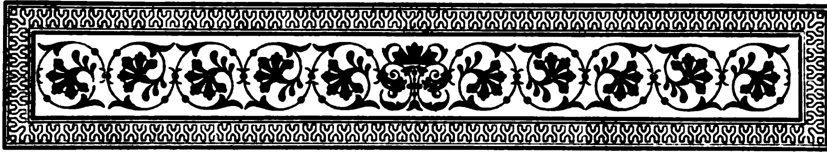
Die bisherigen Erfolge haben in Herrn Pickering bereits den Plan für ein noch umfangreicheres Album reif gemacht, welches die Spektra sämtlicher Sterne liefern soll, die sich während einer Exposition von einer Stunde den allerempfindlichsten Platten anvertrauen, welche die Technik heute liefert. Man wird so mindestens alle Sterne bis zur achten Gröfse herab zwingen, ihr Spektrum aufzuzeichnen.

Ein Teleskop von 11 Zoll Oeffnung wird aufserdem dazu dienen, die einzelnen Spektren viel genauer zu untersuchen, als es für die einfache Katalogisirung nothwendig war, und das Spiegelteleskop von

28 Zoll Oeffnung, das von Frau Draper aus dem Nachlasse ihres Gemahls der Sternwarte zu Cambridge übergeben wurde, wird ebenfalls bei den feinsten Aufgaben der spektrographischen Untersuchung mitwirken. Insbesondere werden die veränderlichen Sterne von langer Periode und die Sterne, bei denen man Besonderheiten im Spektrum gefunden hat, einem sorgfältigen speziellen Studium mittelst dieses Instrumentes unterworfen werden.

Der gröfste Theil der sehr bedeutenden Geldmittel, welche Herrn Pickering für alle diese Arbeiten zur Verfügung stehen, ist ihm neuerdings von wohlhabenden Privatleuten überwiesen worden.





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

IV. Die scheinbaren Bahnen der Himmelskörper.

Der seltsame Sphärenbau, bis zu welchem sich unsere Weltanschauung in den letzten Betrachtungen aufgeschwungen hatten, ist offenbar nur ein konstruktives Hilfsmittel zur Erreichung der Wahrheit. Die ungeheuren sich übereinander wölbenden kristallnen Kuppeln bilden die zerbrechliche Form, welche die lautere Wahrheit wie das glühende Metall eines Glockengusses in sich aufnehmen mufste, um erst dann zertrümmert werden zu können. Wie der weithin dringende Ton der vollendeten Glocke spricht dann, von der häfslichen Schaale befreit, die Wahrheit allein mit überwindender Kraft zu uns. Wir dürfen deshalb die wunderlichen Abwege, auf welche man im Drange zur Wahrheit damals gerieth, heute nicht verächtlich übersehn; denn sie waren, wenn auch nicht logisch, so doch in Anbetracht unserer menschlichen Unvollkommenheit nothwendige Uebergänge.

Damals, als man die Natur noch mit den Augen des philosophirenden Träumers betrachtete, als man von den Gesetzen der physikalischen Vorgänge, mit Ausnahme vielleicht der der Töne, noch nichts wufste, wäre sicherlich ein Newton, der sich etwa um zwei Jahrtausende verfrüht hätte, um zu beweisen, dafs gewaltige Körper, wie Sonne und Mond, trotzdem sie durchaus dem Gesetze der Schwere gehorchen, dennoch frei schwebend über uns ihre Kreise ziehen können, wohl einfach zu den psychologisch beobachtungswürdigen Leuten geworfen worden, wenn ihm nicht gar noch Schlimmeres zugestofsen wäre, wie wir denn sehen werden, sobald wir die Vorläufer unserer modernen Weltanschauung kennen lernen, wie auch schon im griechischen Alterthum ein prophetischer Denker, dem die grofse Idee aufdämmerte, als Gotteslästerer peinlich angeklagt wurde.

Die allgemeinste Wahrnehmung, dafs alles sich mit schwerem

Drange nach der Oberfläche der Erde hindrängt und nicht eher in seinem Fluge innehält, bis es sich mit derselben verbunden hat, konnte in der Ueberzeugung jedes Denkers, auch des Alterthums, bei den Weltkörpern keine Ausnahme erleiden. Und diese Ueberzeugung hat in der That niemand getäuscht. Wir glauben nicht nur heute wie damals, sondern wir sind mit logischer Gewifsheit davon überzeugt, dafs alle Körper dort über uns ohne Ausnahme von unserer Erde zu sich herangezogen werden, soviel sie nur Kräfte dazu besitzt. Ja wir haben unsere Begriffe von der Schwere noch universeller gestaltet und wissen, dafs auch andererseits unsere Erde von eben diesen Gestirnen gleichzeitig angezogen wird und dafs eben durch die Abwägung dieser gegenseitigen Einflüsse und Kräfte die Bewegungen der Himmelskörper nothwendig entstehen. Wie dies erklärlich ist, das eben soll in den nachfolgenden Betrachtungen in stufenweiser Entwickelung gezeigt werden.

Vor der Hand aber bitte ich meine Leser von diesen, der naiven Anschauung in der That unbegreiflichen Dingen nichts zu glauben und vielmehr der Ueberzeugung zu sein, dafs jener Spärenbau irgendwie mit unzertrümmerlichen Banden an die Grundvesten der Erde geschmiedet sei und sich durch eine unergründliche, von göttlicher Allweisheit erdachte Mechanik im ewigen Kreise um uns drehe. Doch mufs ich hier gleich bitten, während der Entwickelung unserer Ideen über das Universum das Hypothetische stets von dem mit unerschütterlicher Logik Bewiesenen streng getrennt zu halten. So ist eben dieser Sphärenbau bis jetzt nur ein Gebilde menschlicher Phantasie und seine wirkliche Existenz durchaus nicht erwiesen, während man andererseits leicht einsieht, dafs unsere Erkenntnifs von der Gestalt und Gröfse der Erde und des Mondes, von der Entfernung des letzteren und schliefslich davon, dafs die Sonne gröfser sei als die Erde, auf völlig streng logischen Schlüssen beruht, die aus bekannten, durchaus nicht anzuzweifelnden Prämissen gebildet wurden.

Dies wohl im Auge behaltend, wollen wir nun die Irrwege, welche die Weltanschauung unserer Vorfahren durchwandern mufste, damit sich in der Uebung ihres Geistes während solcher Betrachtungen der letztere zur Aufnahme so überwältigender Wahrheiten, wie sie die moderne Weltanschauung in sich schliefst, genügend vorbereiten konnte, noch einmal zurücklegen. Zwar hätte ich meine Leser ebensowohl direkt zu diesem Ziele hinführen können, aber ich zweifele wohl mit Recht daran, dafs die meisten derselben die grofse Wahrheit mit gleicher Ueberzeugung in sich aufgenommen haben würden, wenn

eben nicht auch ihr Geist, wie der jener Gelehrten des Alterthums, vorher durch diese hohe Schule des Irrthums gegangen wäre.

Um unsere Hypothese von den Sphären auf ihre Richtigkeit zu prüfen, müssen wir neue Erfahrungen über die Vorgänge am Himmel sammeln. Eine der ältesten in dieser Beziehung ist, dafs die Sonne, welche sich zwar mit den Fixsternen im Tage einmal um die Weltaxe dreht, dagegen in ihrer jährlichen Bewegung einen Kreis am Himmel beschreibt, welcher mit dieser täglichen Bewegung nicht parallel läuft. Sämmtliche Fixsterne erreichen für denselben Ort der Erde jeden Tag, Jahr aus Jahr ein, dieselbe höchste Höhe am Himmel. Dagegen ist es uns Allen wohlbekannt, dafs die Sonne an einem Sommertage um Mittag bedeutend höher steht als im Winter; es entstehen ja eben durch diese wechselnde Sonnenbestrahlung die Jahreszeiten.

Die Gröfse dieser Höhenschwankungen im Laufe eines Jahres zu bestimmen ist sehr leicht. Schon im grauen Alterthume bediente man sich zu diesem Zwecke eines einfachsten und ersten astronomischen Instrumentes, welches man ein Gnomon nannte und das eigentlich aus nichts weiter als einem geraden Stabe besteht, dessen Schatten man beobachtet. Je gröfser man denselben macht, je genauer werden natürlich die Messungen mit ihm, und aus diesem Grunde nahmen die alten Egypter ihre Obelisken dazu in Anspruch.

Um zu zeigen, wie interessante und wichtige Untersuchungen man mit diesem einfachsten Instrumente ausführen kann, wollen wir unsererseits ein Denkmal in Berlin zu diesem Zwecke benutzen. Wir nehmen dazu die Siegessäule auf dem Königsplatze. Sie ragt mächtig über einen weiten, freien Platz empor und wir können ihren Schatten, wenn uns das launische Wetter nur begünstigt, jederzeit verfolgen. Wir beginnen damit zu irgend einer Zeit in den Morgenstunden die Länge ihres Schattens auszumessen und merken uns diese sowohl wie die Richtung, in welche dieser Schatten fällt, auf dem Terrain vor. Nun warten wir, bis am Nachmittag der Schatten wieder genau dieselbe Länge besitzt, welche er am Morgen hatte und bezeichnen wiederum die Richtung, in welcher er nunmehr gesehen wird. Es bedarf dann wohl keines besonderen mathematischen Beweises, dafs die Richtung, welche genau in der Mitte zwischen den beiden angemerkten sich befindet, diejenige ist, in welcher die Sonne zu Mittag stand, d. h. wir brauchen nur den Winkel zwischen zwei gleichen Schattenlängen am Morgen und Nachmittag zu halbiren, um die genaue Südrichtung zu erhalten. Diese zeichnen wir uns durch eine

möglichst unbewegliche Vorrichtung an, etwa durch eine gerade Stange, die wir auf dem Erdreich befestigen.

Jedesmal, wenn nun der Schatten der Säule wieder mit dieser Stange zusammenfällt, ist es offenbar 12 Uhr wahre Berliner Sonnenzeit. Wir machen also mit dieser primitiven Einrichtung eine vollständige Zeitbestimmung.

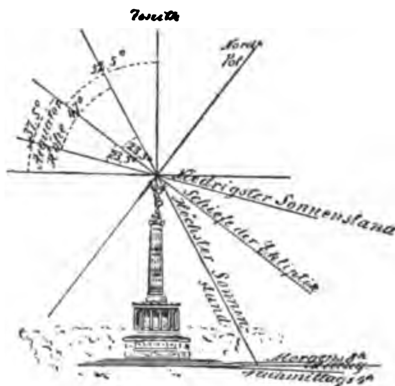
Um eine weitere, dritte Aufgabe zu lösen, merken wir uns jeden Tag an, wie grofs der Schatten ist, wenn er jene Mittagslinie passirt, und setzen diese Beobachtung mindestens ein Jahr lang fort. Besonders interessirt es uns dabei, die kleinste und die gröfste während dieses Jahres gemessene Schattenlänge kennen zu lernen. Nehmen wir z. B. der Einfachheit wegen an, die Säule sei gerade 100 Meter hoch, so würden wir die kürzeste Schattenlänge am 21. Juni = 55.4 m, die längste dagegen am 21. Dezember = 401.1 m finden.

Dafs nun diese Schattenlänge in genauem Verhältnifs zur jedesmaligen Höhe der Sonne steht, wird Jedermann auch ohne die geringste geometrische Bildung einsehen. Wem aber aus der Schule noch einige Spuren trigonometrischer Kenntnisse herüberdämmern, der weifs, dafs man übereingekommen ist, die Linie, welche durch die Siegessäule markirt wird, den Sinus, die dazu senkrechte Linie der Schattenlänge dagegen den Cosinus des Winkels zu nennen, welchen in diesem Falle die Sonnenstrahlen mit dem Horizonte bilden. Man hat sich ferner geeinigt, die Zahl, welche durch die Division eines solchen Sinus mit seinem Cosinus entsteht, die Tangente des betreffenden Winkels zu benennen. Diese ist also in diesem Falle gleich dem Verhältnifs der Schattenlänge zu der der Säule. Es giebt nun trigonometrische Tafeln, in welchen neben den betreffenden Winkeln die Längen der zugehörigen Tangenten angegeben sind. Man kann diese Tafeln als die Resultate direkter Messungen und nicht etwa weitläufiger mathematischer Deduktionen, denen nicht Jedermann folgen kann, ansehen. Man hat eben zu jedem Winkel die Länge seines Sinus und Cosinus ausgemessen, auf eine bestimmte Einheit reduzirt und dann mit den betreffenden Tangentenzahlen zu einer Tafel zusammengestellt.

Mit diesem Hilfsmittel der trigonometrischen Tafeln finden wir also unmittelbar aus der gemessenen Länge des Schattens die zugehörige Sonnenhöhe. Beispielsweise ergiebt sich für den 21. Juni durch Division von 100 Metern durch 55.4 Meter eine bestimmte Tangentenzahl und daraus in der trigonometrischen Tafel der Winkel von 61°, um welchen die Sonne sich folglich damals um Mittag über den Ho-

rizont von Berlin erhoben hatte. Dieselbe Operation mit der Schattenlänge am 21. Dezember ausgeführt, ergiebt dagegen nur 14°. Die Sonne schwankt also zwischen Sommer und Winter um 47° auf und nieder, und daraus folgt, dafs die Bahn, welche die Sonne in ihrer jährlichen Bewegung um den Himmel beschreibt, um die Hälfte dieses Winkels, also um 23.5° einmal nach unten, das andere Mal nach oben von demjenigen Kreise abweicht, den sie in ihrer mittlern Stellung beschreiben würde, wenn sie sich gleich den Fixsternen unbeweglich an das Himmelsgewölbe geheftet befände. Diesen mittleren Kreis nennt man den Aequator des Himmels. Wir haben denselben schon früher kennen gelernt und gefunden, dafs er gleich weit von beiden Himmelspolen, d. h. 90° von ihnen entfernt ist. Wir haben damit erkannt, dafs die Sonnenbahn oder Ekliptik (so genannt, weil nur in dieser Linie Verfinsterungen der Sonne und des Mondes stattfinden können) um 23.5° gegen den Himmelsäquator geneigt ist.

Wir können aber aus unserer einfachen Beobachtung der beiden Schattenlängen noch mehr finden. Wir erkennen nämlich leicht, dafs die Mittelzahl zwischen der gröfsten und kleinsten gefundenen Sonnenhöhe diejenige sein mufs, in welcher sich das Tagesgestirn zur Zeit der Nachtgleiche befindet, wenn es soeben den Himmels-Aequator durchschneidet. Das Mittel zwischen 61° und 14° beträgt 37.5°. Um so viel steht also der höchste Punkt des Himmels-Aequators über dem Horizonte von Berlin erhaben. Da wir nun ferner wissen, dafs der Himmelspol stets 90° vom Aequator entfernt ist, so bekommen wir für die Lage des letztern zum Südpunkte des Horizontes 37.5° + 90° = 127.5° oder, da der Nordpunkt des Horizontes vom Südpunkt über unsern Scheitel weg gemessen, um 180° oder einen Halbkreis verschieden ist, erhalten wir die Höhe des Himmelspoles über dem Nordpunkte gleich 180° — 127.5° = 52.5°. Früher haben wir aber gesehen, dafs diese Polhöhe gleich der geographischen Breite des Ortes ist, welche wir damit aus der blofsen Beobachtung der wechselnden Schattenlänge unserer Siegessäule ohne weitere Hilfsmittel gefunden



Schiefe der Ekliptik und Polhöhe aus Schattenlängen bestimmt.

haben. Die beigefügte Figur mag die ausgeführten Operationen noch bildlich näher erläutern.

Rekapitulirt ist das einfache Rezept dazu also folgendes: Man messe die kleinste und die gröfste Länge des Schattens, welchen ein vertikal aufgestellter Gegenstand auf einer horizontalen Ebene zur Mittagszeit im Laufe eines Jahres zeigt, dividire die Höhe des Gegenstandes durch diese beiden Schattenlängen, suche die zugehörigen Winkel in den trigonometrischen Tangenten-Tafeln, nehme das Mittel aus diesen beiden Winkeln und ziehe dieses von 90° ab. Das Resultat ist die geographische Breite des Ortes.

Auf genau diese selbe Weise wurden die früher erwähnten Ausmessungen des Erdumfanges durch die arabischen Astronomen vorgenommen, indem sie zwei genau südlich oder nördlich von einander gelegene Orte aufsuchten, für welche das Resultat dieser Bestimmung um 1° von einander abwich; diese beiden Orte standen folglich um den 360. Theil des ganzen Erdumfanges von einander ab; ihre wirklich ausgemessene Entfernung mit 360 multiplizirt, gab demnach den ganzen Erdumfang.

So viele verschiedene und interessante Resultate lassen sich mit so einfachen Mitteln vom Himmel ablesen. Wer dürfte noch behaupten, dafs die Astronomie eine schwierige Wissenschaft sei!

Da, wie wir gesehen haben, die jährliche Bewegung der Sonne in einem Kreise vor sich geht, der um 23.5°, oder die sogenannte Schiefe der Ekliptik gegen die tägliche Bewegung der Gestirne geneigt ist, so müssen wir die Sphäre, an welcher die Sonne befestigt ist, gegen die Fixsternsphäre um ebensoviel verschieben, d. h. beide Sphären haben nicht dieselbe Umdrehungsaxe: wir haben in den himmlischen Mechanismus eine besondere Umdrehungsaxe für jede einzufügen.

Gleiche Wahrnehmungen wie die, welche wir an der Sonne gemacht haben, treten nun auch beim Monde hervor. Ebenfalls aus den Schattenlängen, welche das Mondlicht erzeugt, erkannte man, dafs der Mond in seiner monatlichen Bewegung einen andern Kreis am Himmel beschreibt, wie einerseits die Fixsterne und andrerseits die Sonne. Folglich müssen wir auch die Mondsphäre an eine besondere Axe befestigen und sie von den übrigen völlig unabhängig machen.

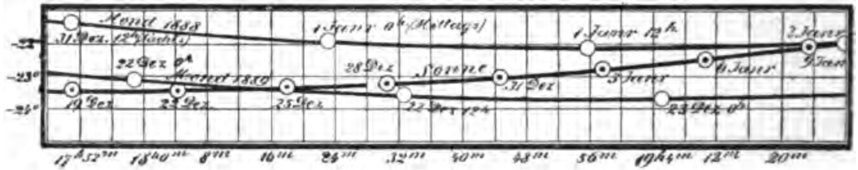
Beim Monde zeigte sich nun ferner eine auch schon den griechischen Weltweisen auffällige Eigenthümlichkeit der Bewegung, welche sich namentlich durch den Eintritt der Sonnen- und Mondfinsternisse kundgab. Damit verhält es sich folgendermafsen: Sonne und

Mond bewegen sich, wie wir sahen, in besonderen Kreisen über den Himmel hin. Diese Kreise müssen sich in zwei Punkten des Himmels schneiden. Diese beiden Punkte nennt man die Knotenpunkte ihrer Bahnen und zwar denjenigen, welchen der Mond passirt, wenn er von der südlichen Hälfte der Himmelskugel in die nördliche übertritt, den aufsteigenden, den gegenüberliegenden den niedersteigenden Knoten. Wenn die Lage dieser Bahnen von Sonne und Mond unveränderlich bleibt, so müssen auch diese Knotenpunkte am Himmel eine feste Lage behalten, das ist wohl unmittelbar klar. Da nun eine Sonnenfinsternifs entsteht, wenn Sonne und Mond sich in gleicher Richtung von uns aus gesehen befinden, eine Mondfinsternifs dagegen, wenn der Mond gerade der Sonne gegenüber in den Erdschatten tritt, sieht man auch sofort ein, dafs diese himmlischen Ereignisse nur stattfinden können, wenn beide Gestirne sich in diesem Knotenpunkte ihrer Bahn befinden, und zwar eine Sonnenfinsternifs, wenn beide Gestirne sich in ein und demselben Knotenpunkte treffen, eine Mondfinsternifs dagegen, wenn die Sonne in dem einen und der Mond in dem andern Knotenpunkte steht. Da nun die Sonne gerade in einem Jahre einmal ihre himmlische Bahn durchläuft, so ist auch sofort klar, dafs sie in jedem Jahre an demselben Datum sich immer in demselben Punkte ihrer Bahn befindet. Wenn also der Knotenpunkt von Sonne- und Mondbahn dieselbe Lage behalten würde, so müfsten sowohl Sonnen- wie Mondfinsternisse an ein bestimmtes Datum des Jahres gebunden sein, weil ja nur in diesen Schnittpunkten sich die beiden Körper treffen oder genau einander gegenüberstehen können.

Haben wir deshalb bemerkt, dafs eine Sonnenfinsternifs beispielsweise auf den 1. Januar, wie im gegenwärtigen Jahre 1889 fällt, so müfsten alle übrigen Sonnenfinsternisse gleichfalls auf einen 1. Januar, dagegen alle Mondfinsternisse auf einen 2. oder 3. Juli fallen, wenngleich sie natürlich nicht regelmäfsig in jedem Jahre stattzufinden brauchen, weil es ja durchaus von dem Verhältnifs der Bewegungsgeschwindigkeit des Mondes zu der der Sonne abhängt, wie oft sich diese Himmelskörper in den Schnittpunkten ihrer Bahnen treffen können.

Dafs dieses Zusammenfallen der Finsternisse mit dem Datum in der That nicht stattfindet, ist allbekannt und scheint uns selbstverständlich, während es jedoch die sehr merkwürdige Thatsache in sich schliefst, dafs die Mondbahn selbst keine feste Lage am Himmel besitzt, sondern sich längs der Ekliptik beständig verschiebt. Die himmlischen Ereignisse des gegenwärtigen Jahres geben uns über die Gröfse dieser Verschiebung ohne weiteres Anhaltspunkte. Es ereignet sich nämlich

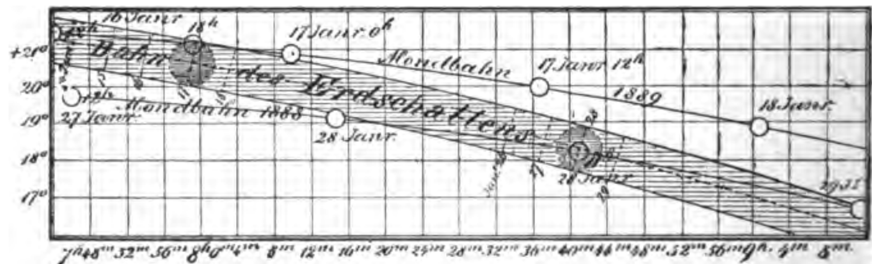
gegen Ende dieses selben Jahres eine zweite Sonnenfinsternifs, die allerdings ebenso wie die erste für uns nicht sichtbar sein wird, weil beide für uns zur Nachtzeit stattfinden. Diese zweite Finsternifs



Bewegung des Mondknotens zwischen zwei Sonnenfinsternissen.

tritt statt am 1. Januar 1890, wie es bei festliegender Mondbahn stattfinden müfste, bereits etwa 10 Tage früher ein, nämlich am 22. Dezember. Aus der beifolgenden Zeichnung ersieht man, um wie viel die Lage der Mondbahn sich in der Zwischenzeit verschoben hat. Wir erkennen zugleich, dafs die Verschiebung des Knotens in Bezug auf die Sonnenbewegung nach rückwärts stattfindet. Sie ist von grofser Regelmäfsigkeit und beträgt im Jahr etwa $19\,^1/_3{}^0$, so dafs der Mondknoten die ganze Ekliptik in etwa 18.5 Jahren einmal durchläuft.

Noch deutlicher als im allgemeinen bei den Sonnenfinsternissen, welchen durch besondere hier noch nicht näher darzulegende Umstände die Finsternifs nicht zu genau derselben Zeit stattfindet, zu welcher der Durchgang durch den Knotenpunkt eintritt, stellt sich die Sachlage bei Mondfinsternissen dar. Ich habe deshalb den Weg des Mondes während zwei solcher Erscheinungen, welche sich in gleichen Zeitintervallen wie jene beiden Sonnenfinsternisse ereignen, in der folgenden Figur gleichfalls wiedergegeben.

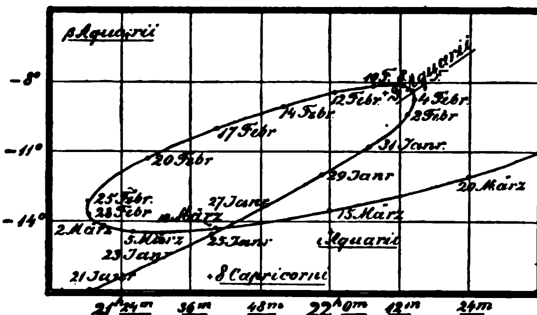


Oerter des Mondes und des Erdschattens während zwei aufeinander folgender Mondfinsternisse.

Diese eigenthümliche Komplikation der Mondbewegung war bereits den griechischen Weltweisen im 4. oder 5. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung bekannt, da sie eben so wesentlichen Einflufs auf den Eintritt der Finsternisse nimmt, jener eindrucksvollsten aller himm-

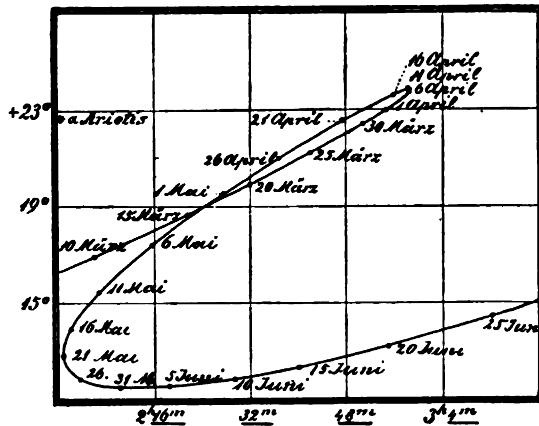
lischen Erscheinungen, deren erschütternde und furchterweckende Wirkung ja nicht nur auf den bloſsen Naturmenschen, sondern auch auf die Thiere deutlich zu beobachten ist. Es ist deshalb begreiflich, daſs eben diese Erscheinungen die ersten Gegenstände der Naturbetrachtung und der Untersuchung scharfsinniger Denker des grauesten Alterthumes werden muſsten, und daſs ihre schon sehr früh annäherungsweise gelungene rechnerische Beherrschung damals zu den gröſsten Triumphen menschlicher Erkenntniſskraft gezählt und die Besitzer dieser geheimen Rechenkunst mit den Ueberirdischen in direkter Beziehung geglaubt wurden.

Dennoch beruht die Kenntniſs der periodischen Wiederkehr der Finsternisse auf einer sehr einfachen Grundlage, wie wir nach dem Vorangehenden unmittelbar einsehen. Es ist offenbar zum Zustandekommen einer zweiten Finsterniſs nöthig, daſs der Mond für diese in die gleichen Beziehungen zur Sonne und zu seinen Knoten gelangt, welche während einer ersten Finsterniſs stattfanden. Nun vollendet der Mond selbst einen Umlauf in Bezug auf die Sonne in etwas mehr als 29.5 Tagen. Durch das Zurückweichen der Mondknoten verflieſsen dagegen zwischen einem und dem nächsten Durchgange des Mondes durch die Sonnenbahn nur 27.2 Tage. Diese Zeit hat man den Drachenmonat genannt, weil nach alten Sagen die Verfinsterungen durch einen gierigen Drachen, welcher den Himmelskörpern hier in den Knotenpunkten auflauerte, um sie zu verschlingen, verursacht wurden. Die Umlaufszeit des Mondes in Bezug auf die Sonne nennt man dagegen den synodischen oder Licht-Monat. Es kommt nun, um die Wiederkehr-Periode der Finsternisse zu finden, nur darauf an, zwei aus ganzen Zahlen gebildete Faktoren zu finden, welche, wenn man die eine mit dem synodischen, die andere mit dem Drachenmonat multiplizirt, möglichst nahe die gleiche Zahl ergeben; dann ist offenbar die obige Bedingung erfüllt. Es zeigt sich, daſs dieses für 223 synodische und 242 Drachenmonate stattfindet; diese ergeben zusammen $6585^1/_3$ Tage oder 18 Jahre und 11 Tage. Innerhalb dieser Zeit, welche



Scheinbare Bewegung des Merkur im Jahre 1889.

man im Alterthume den Saros nannte und schon den alten babylonischen Astronomen bereits mindestens 1000 Jahre vor unserer Zeitrechnung, den Chinesen aber zweifellos noch viel früher bekannt war, wiederholen sich also die Finsternisse nahezu regelmäfsig, so dafs man zu einer beobachteten nur diese 18 Jahre und 11 Tage hinzuzuzählen braucht, um das Datum einer folgenden vorauszusagen. Wir sehen, dafs irgend welche tiefere Blicke in das Wesen der himmlischen Bewegung zu solchen, seinerzeit auf das höchste bewunderten Voraussagungen keineswegs nöthig sind.



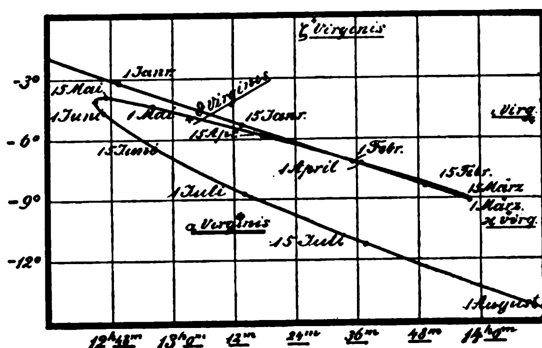
Scheinbare Bewegung der Venus im Jahre 1889.

Wir müssen nun die hier gemachten Erfahrungen in unser System der himmlischen Sphären einzureihen, d. h. für den Mond dreierlei Bewegungen, die tägliche, die monatliche und endlich die seines Knotens zu erklären versuchen. Da es in der Weltanschauung der älteren Philosophen Griechenlands als unumstöfslich galt, dafs die Erde als der Hauptkörper des Weltgebäudes, in deren Dienste alle himmlischen Sphären über derselben von ihr abhängig ständen, sich im genauen Mittelpunkt der Welt befinden müsse, so konnte jene Komplikation der Bewegungen nur durch verschiedene Sphären erklärt werden, die auf einander wirkend, denselben Himmelskörper beeinflufsten. Nach diesem Prinzip und der gleichfalls damals für unantastbar geltenden Voraussetzung, dafs die Bewegung der Sphären an sich im harmonischen Baue des Weltganzen mit gleichförmiger Geschwindigkeit vor sich gehen müsse, hatte der scharfsinnige Eudoxus, ein Freund des Plato, welcher in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts lebte, ein Weltsystem konstruirt, welches bei den Griechen lange Zeit Geltung behielt. Leider sind die Werke dieses hochbedeutenden Zeitgenossen des Aristoteles nur in wenigen Fragmenten auf uns gekommen, deren scharfsinnige Kommentirung wir namentlich Schiaparelli verdanken.

Eudoxus dachte sich für die Erzeugung der wirklichen Mondbewegung drei in einander steckende Sphären, von welchen jede eine

der drei vorher dargestellten Bewegungen besorgt, so etwa, daſs die Axe der ersten Sphäre durch die Weltpole und den Mittelpunkt der Erde ging, daſs auf dieser Sphäre eine zweite Axe befestigt war, welche die zweite Sphäre trug, die ihrerseits einmal im Monat umschwang, während endlich hierüber erst die dritte Sphäre, mit der zweiten in ähnlicher Weise verbunden, den Mond wirklich trug und die rückläufige Knotenbewegung besorgte. Drei eben solche Sphären gab **Eudoxus** der Sonne, obgleich er wohl von einer Knotenbewegung der Sonnenbahn nichts Thatsächliches wuſste, sie jedoch als vorhanden vermuthete.

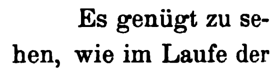
Für die fünf übrigen Planeten aber konnte er mit diesen drei Sphären noch nicht auskommen, da dieselben ganz eigenthümliche Bewegungen, welche Sonne und Mond nicht besitzen, zeigen. Es sind das die sogenannten Schleifenbildungen, von welchen einige nebenstehend aufgezeichnet sind. Dieses seltsame Hin- und wieder Zurücklaufen, das Langsamer- und Schnellerwerden ihrer Bewegung, ihr Stillstand an bestimmten Punkten und ihr Zurückkehren zu anderen nach der Schleifenbildung, alle diese so wunderbaren Erscheinungen, welche man jedoch nach andauernden Beobachtungen mit wunderbarer Regelmäſsigkeit wiederkehren sieht, waren den Astronomen des Alterthums unüberwindliche Räthsel. **Eudoxus** nahm zur Erklärung derselben für jeden Planeten zwei weitere Sphären an, während er jedoch die für die Knotenbewegung bei ihnen wegliefs, so daſs jeder Planet vier Sphären hatte. Wie er sich die Wirkung dieser Sphären auf einander dachte, geht aus den überkommenen Fragmenten nicht mit Bestimmtheit hervor.



Scheinbare Bewegung des Mars im Jahre 1888.

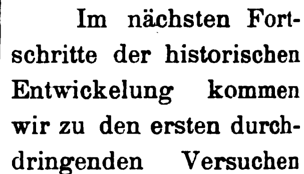
Die Ansicht des mechanischen Weltgetriebes hatte sich also seit **Pythagoras**, d. h. seit etwa 200 Jahren wesentlich komplizirt. Der Himmel des **Eudoxus** besaſs schon 27 Sphären, nämlich je drei für Sonne und Mond, je vier für die fünf übrigen Planeten und noch eine für die Fixsterne.

Dem scharfsinnigen Eudoxus folgte ein nachtretender Weltverbesserer, Kalippus, dem diese 27 Sphären noch nicht genügten und der deshalb noch 22 andere hinzufügte, von deren Bedeutung und Wirkung wir uns füglich nicht weiter zu unterhalten brauchen.



Scheinbare Bewegung des Jupiter im Jahre 1889.

Es genügt zu sehen, wie im Laufe der Zeiten die himmlische Maschine immer verwickelter wurde, so dafs immer empfindlicher die Nothwendigkeit einer von Grund auf klärenden und vereinfachenden Anschauung hervortreten mufste.



Scheinbare Bewegung des Saturn im Jahre 1889.

Im nächsten Fortschritte der historischen Entwickelung kommen wir zu den ersten durchdringenden Versuchen zu einer solchen Vereinfachung, welche sich im sogenannten ptolemäischen Weltsysteme kund giebt.



Die Säcularverschiebung der Strandlinien an den schwedischen Küsten.

Auf dem Gebiete der physischen Erdkunde hat wohl keine Frage mehr das Interesse des gröfseren Publikums der nordischen Länder in Anspruch genommen, als diejenige nach den Säkularschwankungen des schwedischen Littorals. Fast täglich findet man in den schwedischen Journalen Andeutungen über hier und dort gemachte Beobachtungen, welche auf eine langsame Vertikalbewegung einzelner Küstengebiete hinweisen. Ist nun auch derartigen Angaben, soweit sie aus Kreisen einer Bevölkerung stammen, denen eine sachgemäfse Beurtheilung solcher geophysischen Phänomene fern liegt, ein allzu hoher Werth nicht beizumessen, so zeigt doch die lebhafte Theilnahme, welche man allerorten in Schweden für diese Erscheinung kundgiebt, dafs hier der Glauben an die schwankenden Bewegungen des heimathlichen Bodens gewissermafsen als eine Sache des Patriotismus betrachtet wird. Abgesehen hiervon ist aber für die Wissenschaft die scandinavische Halbinsel „das klassische Gebiet der Niveauschwankungen", und durch keine Bedenken hat man die Thatsache wegleugnen können, dafs in den Grenzlinien zwischen Land und Meer im Laufe der letzten Jahrhunderte hier sehr wesentliche Aenderungen stattgefunden haben.

Trotz der zahlreichen, dies bezeugenden Wahrnehmungen hat man sich in mafsgebenden Fachkreisen gerade in den letzten Decennien (seit Lyell) mit vieler Zurückhaltung über die ursächlichen Verhältnisse dieser Erscheinungen ausgesprochen; man wagte kaum bestimmte Gründe, wie etwa schwankende Bewegungen des Bodens oder örtliche Niveauveränderungen des Meeres als Erklärung vorzubringen. In jüngster Zeit ist jedoch die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Kreise wieder in erhöhtem Mafse hierauf gelenkt worden, namentlich durch die Arbeiten deutscher Gelehrten, und die Sache, wenn auch nicht entschieden, scheint immerhin soweit gediehen, dafs sie das Interesse des gebildeten Publikums sehr wohl in Anspruch nehmen dürfte. Diesen Umständen Rechnung tragend, hat neuerdings der schwedische Forscher L. Holström ihre historische Entwickelung und ihren Fortgang bis in die Neuzeit in der Revue scientifique (Tom. 42, 8. Sept. 1888) im Auszug aus einer gröfseren Abhandlung, welche er der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm vorgelegt hat, dargestellt. Diesem interessanten Aufsatze entnehmen wir folgende Mittheilungen.

Man nimmt allgemein an, dafs der schwedische Astronom Celsius zuerst auf ein Zurückweichen des Baltischen Meeres hingewiesen hat. Aber schon vorher haben wissenschaftliche Männer hierüber Andeutungen gemacht, so Urban Iljärne im Jahre 1702 und Swedenborg 1719. Ihre Schriften blieben jedoch unbemerkt bis zu dem Augenblick, wo Celsius (1743) in den Memoiren der schwedischen Akademie seine Meinung über die allmähliche Senkung des Wasserspiegels, welche nach ihm von den ältesten Zeiten an nicht weniger als $4\frac{1}{2}$ Fufs im Jahrhundert betragen soll, kundgab. Wie Newton nahm er einen

fortdauernden Verbrauch des Wasservorraths der Oceane durch die vegetabilischen Prozesse der Erde an, auch soll ein stetiges Eindringen des Wassers in den Erdkern erfolgen. Seine Theorie wurde von Linné, Wallerius und Olaf Dalin angenommen, blieb jedoch nicht ohne Gegner. So bemerkte unter anderen Brovallius, dafs einige Inseln in der Nähe der schwedischen Küste niedriger geworden seien, und dafs man daraus auf ein Steigen der Ostsee zu schliefsen, dasselbe Recht habe. In diesem Jahrhundert waren es namentlich Gifsler, Admiral Nordenanckar, Prof. Schulten und Colonel Hallström, die sich mit der Frage nach den Niveauschwankungen beschäftigten; sie verweisen alle auf die Beziehungen, welche zwischen dem Luftdruck und den Niveauverhältnissen des Meeresspiegels obwalten, wollen hieraus ein zeitweises Aufsteigen und Senken des Baltischen Meeres ableiten und sind überhaupt der Ansicht, dafs das letztere in meteorologischer Hinsicht eine ganz aufsergewöhnliche Stellung einnehme. Der alten Theorie der Schwankungen im Wasserspiegel wurde von L. v. Buch die neue Lehre von den Hebungen und Senkungen der festen Erdrinde 1807 entgegengestellt, der sich nach einigen Bedenken auch Lyell 1834 anschlofs, indem er besonders die örtliche Verschiedenheit der Bewegungen betonte. Seiner grofsen Autorität gegenüber wurden keine weiteren Widersprüche erhoben; man sprach nur noch von Hebungen gewisser Strecken Schwedens und hielt an dieser Hypothese bis in die Gegenwart fest.

Um durch regelrechte Untersuchungen an der Hand der Erfahrung in diesen Gegenstand mehr Licht zu bringen, schlug 1847 Prof. Axel Erdmann vor, an den Küsten Schwedens längs des Baltischen Meeres bis zum Kattegat Beobachtungsstationen zu gründen. Solcher Stationen sind gegenwärtig 13 eingerichtet und seit 1852 in Thätigkeit. Auf Grund des in der Zeit 1852—75 hier angesammelten Erfahrungsmaterials hat nun A. Forfsmann die folgenden Schlüsse gezogen: — 1) die Verschiebung der Strandlinien läfst sich nicht allein durch Aenderungen im Wasserspiegel erklären, vielmehr hat eine wirkliche säculare Erhebung des Bodens stattgefunden in einem Betrage, der zwischen 0,10 bis 0,70 Meter in den einzelnen Lokalitäten schwankt. 2) Das mittlere Niveau des Baltischen Busens ist zwar jährlichen Schwankungen unterworfen, aber die Niveauverhältnisse desselben und diejenigen des Kattegats sind nicht wesentlich verschieden; ihre Differenz kann im Maximum nur 0,18 Meter betragen. 3) Der Seespiegel des Baltischen Meeres ist am niedrigsten in den Monaten März bis Mai und am höchsten im September bis October.

Die Frage, ob in der That die Ostsee, etwa durch überwiegende Wasserzufuhr aus den deutschen und russischen Stromgebieten, oder durch sonstige, zur Zeit noch unbekannte meteorologische Umstände, in einzelnen Theilen sehr verschiedenartige Niveauverhältnisse aufweist, und in wieweit derartige Vorgänge zu Verschiebungen der Strandlinien beitragen, kann offenbar nur durch umfassende Nivellirungen entschieden werden. Ein solches Nivellement wurde durch den Ingenieur A. Börtzell zwischen Sundsvall und dem Fjord von Trondhjem ausgeführt, wobei gefunden wurde, dafs das Meeresniveau des ersten Ortes am 20. August 1868 um 0,75 Meter höher war als dasjenige des letzteren an demselben Datum des Jahres 1870. Doch scheint diese Messung nicht die gehörige Sicherheit zu besitzen. Neuerdings hat Prof. Rubenson ein Präcisionsnivellement quer durch Schweden unternommen, durch welches er alle hydrometrischen Stationen auf einander zu beziehen gesucht hat. Dasselbe soll in bestimmten Zeitabschnitten wiederholt werden, um die Frage nach den Bodenschwankungen Schwedens und nach dem Antheil, den etwa die Veränderlichkeit der Niveauflächen des Meeres hieran hat, endgültig entscheiden zu können.

Diese Arbeiten, werden gegenwärtig unter Leitung von Prof. P. C. Rosén fortgeführt, sind aber noch nicht soweit gediehen, als dafs man über die Ergebnisse sichere Mittheilungen machen könnte.

In Bezug auf die Specialresultate, welche aus neueren Untersuchungen von Forfsmann, Nordenskiöld und Holström für die Säcularschwankungen einzelner Küstengebiete nördlich und südlich von Stockholm längs des Bottnischen Busens erzielt worden sind, müssen wir auf die oben angegebene Schrift verweisen. Der Gesamtüberblick ergiebt, dafs fast überall längs der bezüglichen Strecke sogenannte „negative Verschiebungen der Strandlinien" — womit man nach Suefs das Zurückweichen des Meeres bezeichnet — bemerkt worden sind. Dieselben erreichten in der Nähe von Stockholm während des Jahrhunderts (1774—1875) nahezu den Betrag von 0,50 Meter während sie sich nach Norden zu in der Umgebung von Ratan (64° Breite) selbst bis 1,24 Meter erheben. Ganz besonders auffallend ist neben der örtlichen Unregelmäfsigkeit, welche sich trotz des fast durchgehend negativen Charakters in den Verschiebungen der Strandlinien kundgiebt, die Unregelmäfsigkeit im Fortschreiten derselben; d. h. das Zurückweichen des Meeres scheint innerhalb gleicher Zeiträume sich nicht gleichmäfsig schnell vollzogen zu haben, sondern es wird vielmehr in den letzten Decennien fast durchgehends eine Verzögerung der Bewegung bemerkt. Am stärksten tritt dies bei den Verrückungen der Strandlinien zu Landsort (58° 45′ Br.) hervor, wo zwar die Beobachtungen während der Periode (1800—1867) auf einen sacularen Rückgang des Wassers von im Mittel 0,45 Meter schliefsen lassen, jedoch scheint dieser zeitweise auch durch eine Erhöhung des Seespiegels unterbrochen zu sein, indem, nach den Rechnungen zu schliefsen, eine solche in der Mitte unseres Jahrhunderts sicher stattgefunden hat. An der Westküste Schwedens liegen ebenfalls Anzeichen einer Senkung der Meeresniveauflächen bis zu dem Betrage von 0,40 Meter vor, dagegen lassen sich an der norwegischen Küste keine Merkmale hierfür finden. Sehr beachtenswerth ist ferner, dafs die finnischen Strandlinien ganz ähnliche Verhältnisse aufweisen wie die baltischen.

Was die Ursache der schwedischen Küstenschwankungen anbetrifft, so scheinen nach Holström die zur Zeit vorliegenden Erfahrungen den Schlufs zu rechtfertigen, dafs diese nicht allein im Sinne der älteren Anschauung auf Verschiebungen der Niveauflächen des Meeres zurückzuführen seien, sondern dafs sie vielmehr in einer thatsächlichen Hebung der Festlandsmassen einzelner Gebiete Scandinaviens gesucht werden müssen. Da aber die Gestaltung des Meeresspiegels in der Umgebung der Continente durch die Anziehungswirkungen der sie bildenden Massen bedingt ist, so mufs jede Veränderung in der Vertheilung dieser letzteren, also auch jede Hebung derselben, eine entsprechende Veränderung der Gleichgewichtsflächen in dem angrenzenden Oceane zur Folge haben. Dieser Umstand wird nach Holström, wenn auch nur in secundärer Beziehung, bei den Verschiebungen der Strandlinien von Einflufs sein, so dafs man dieselben nicht als das Produkt einer einzelnen Kraftwirkung aufzufassen hat, sondern als das Resultat zahlreicher, zum Theil vielleicht noch unbekannter Bewegungen, welche einander wechselseitig bedingen. Schw.



Verzeichniss der bekannten Doppelsternbahnen und berechneten Parallaxen von Fixsternen.[1]) In der folgenden Zusammenstellung der Doppelsternbahnen sind durchaus die verläfslicheren und neueren Bahnbestimmungen berücksichtigt; wo ein Berechner mehrere angegeben hat, wurden die letzterhaltenen Elemente angesetzt. Doch sind sehr viele dieser Bahnen, auch nicht wenige jener, welche als „definitiv“ gelten, noch weit von der Vollkommenheit entfernt, was seinen Grund in den schwierigen Verhältnissen hat, denen bei manchen Objekten die Beobachtungen und nicht selten in noch höherem Mafse die Bahnbestimmungsmethoden unterliegen. Namentlich für die Doppelsterne gröfserer Umlaufszeit sind manche Bahnen noch recht unsicher.

I. Uebersicht der neueren Bahnbestimmungen der Doppelsterne.

	Umlaufs-zeit in Jahren	Peri-astrum[2])	Periastr. vom Knoten	Knoten	Nei-gung	Excen-tricität	Halbe grosse Axe	
δ Equulei . .	11.478	1892.03	26°37'	24°3'	81°45'	0.2011	0.406"	1
β Delphini . .	16.955	1868.850	220 57	10 55	61 35	0.0962	0.460	2
ζ Sagittarii . .	18.69	1882.86	—	83 22	—	0.1698	0.53	3
ζ Herculis . .	34.411	1864.785	252 45	41 44	43 14	0.4627	1.284	4
Struve 3121.	34.649	1878.520	129 27	24 50	75 26	0.3086	0.672	5
Procyon . .	39.972	—	—	—	—	—	0.698	6
η Coronae . .	41.562	1850.792	218 36	25 43	59 41	0.2667	0.892	7
Sirius . . .	49.399	1843.275	18 54	61 58	47 9	0.6148	2.331	8
τ Cygni . . .	53.87	1863.99	205 26	83 0	44 40	0.3475	1.19	9
μ^2 Herculis. .	54.25	1877.13	156 21	57 57	60 43	0.3023	1.46	10
γ Coron. aust..	55.582	1882.774	75 24	229 9	111 22	0.6989	2.40	11
Otto Struve 298	56.65	1882.857	21 54	2 8	65 50	0.5836	0.883	12
ζ Cancri . . .	60.327	1868.022	109 44	81 33	15 32	0.3907	0.853	13
ξ Urs. maj. . .	60.72	1815.20	128 36	102 48	56 18	0.381	2.62	14
Otto Struve 234	63.45	1881.15	71 58	124 11	47 21	0.3629	0.339	15
α Centauri . .	87.44	1875.447	48 59	25 49	79 47	0.5443	18.89	16
Otto Struve 235	94.41	1839.10	134 55	99 35	54 27	0.5000	0.980	17
70 p Ophiuchi	94.44	1808.90	151 55	127 23	58 5	0.4672	4.790	18
γ Coron. bor. .	95.50	1843.70	233 30	110 24	85 12	0.350	0.70	19
ξ Librae . . .	95.90	1859.62	89 16	12 15	68 42	0.0768	1.26	20
Bradl. 3210 .	102.943	1835.508	92 7	39 9	32 11	0.4472	1.270	21
ω Leonis . .	110.82	1841.81	64 5	148 46	121 4	0.5360	0.890	22
Otto Struve 208	115.4	1877.12	72 7	105 18	57 57	0.788	0.54	23
p Eridani . .	117.51	1817.51	327 15	81 42	44 40	0.378	3.82	24
25 Canum . .	119.92	1863.04	245 0	42 22	33 20	0.7221	0.81	25
λ Ophiuchi .	122.51	1800.759	111 5	65 49	68 25	0.8190	0.809	26
ξ Bootis . . .	127.35	1770.69	117 46	26 22	36 55	0.7081	4.86	27
4 Aquarii . .	129.84	1751.96	235 0	340 14	56 37	0.4613	0.717	28

[1]) Dieses Verzeichnifs wurde auf Wunsch eines Abonnenten zusammengestellt.

[2]) Die Elemente bestimmen die Lage der wahren Bahnellipse im Raume. Es bedeuten:
Periastrum = Zeit der gröfsten Nähe des Begleiters gegen den Hauptstern.
Knoten = Positionswinkel der Schnittlinie der scheinbaren und wahren Bahn.
Periastr. vom Knoten = Bogen zwischen Knoten und Periastr. in der Bahn.
Neigung = Winkel der wahren gegen die scheinbare Ellipse.

	Umlaufs-zeit in Jahren	Peri-astrum	Periastr. vom Knoten	Knoten	Nei-gung	Excen-tricität	Halbe grofse Axe	
η Cassiop. . .	148.9	1965.02	238° 17'	45° 3'	56° 22'	0.6296	8.786"	29
γ Virg. . . .	169.48	1836.28	79 4	62 9	25 25	0.88	3.86	30
Struve 2107.	186.21	1893.33	104 3	186 20	45 52	0.387	1.00	31
τ Ophiuchi. .	217.87	1821.91	41 24	65 26	58 42	0.6055	—	32
44 Bootis . .	261.12	1783.01	1 18	65 29	70 5	0.71	3.093	33
μ^2 Bootis . .	280.29	1863.51	20 0	173 42	39 57	0.5974	1.47	34
36 Androm. .	316.07	1801.73	115 42	93 46	51 53	0.6537	1.65	35
Struve 1757.	401.0	1797.42	315 28	344 43	29 32	0.508	2.29	36
γ Leonis. . .	407.04	1741.00	195 22	111 34	43 6	0.7327	1.98	37
δ Cygni . . .	415.11	1904.10	203 2	91 8	37 46	0.2858	2.31	38
12 Lyncis . .	485.8	1716	93 36	166 30	46 3	0.229	1.64	39
μ Drac. . . .	648	1940.35	—	—	—	0 493	3.38	40
σ Coronae . .	845.86	1826.93	73 51	16 27	31 56	0.7515	5.88	41
α Gemin. . .	1001.21	1749.75	297 13	27 46	44 33	0.329	7.43	42
ζ Aquarii . .	1578.3	1924.15	134 40	140 51	44 42	0.652	7.65	43

1. Wroblewsky (A. N. 2771).[1]
2. Celoria (A. N. 2824). — Dubjago (2602) giebt 26.07 J. Umlaufszeit Periastr. 1882.19.
3. Gore (Month. Not. 46 p. 414).
4. Doberck (A. N. 2332). — Dunér (1868) giebt Periastr. 1830.01.
5. Celoria (A. N. 2808).
6. Nach L. Struve und Auwers. Epoche des Minim. in Rectasc. nach L. Str. 1794.966, nach Auwers 1795.568.
7. Doberck (A. N. 2338). Mit Dunér (1868) gut stimmend.
8. Auwers (Unters. über veränderliche Eigenbewegungen II. 1868).
9. Gore (A. N. 2749).
10. Doberck (A. N. 2287).
11. Schiaparelli (A. N. 2073)
12. Celoria (A. N. 2843). — Doberck (2280) giebt 68.8, Dolgorukow (A. N. 2531) 70.26 Jahre Umlaufszeit.
13. Seeliger. Mit Rücksicht auf die Störungen durch den dritten Stern dieses dreifachen Sternsystems. (Unters. über die Beweg.-Verhältnisse etc.) [Denkschr. d. Wiener Acad. 44. Band. 1881.]
14. R. Wolf (A. N. 2165.) Mit Knott, Pritchard, Breen ziemlich stimmend. — Gut bekannter Doppelstern.
15. Gore (A. N. 2743.)
16. Powell (Month. Not. 46 p. 336.) Mit Elkin (giebt 77.4 Jahre Umlfszt.) nahe übereinstimmend.
17. Doberck (A. N. 2294).
18. Pritchard. — Mit Klinkerfues (1135) nahe stimmend.
19. Doberck (A. N. 2123).
20. „ („ „ 2121).
21. „ („ „ 2277).
22. „ („ „ 2095).

[1] Diese Zahl bezeichnet die No. der „Astronomischen Nachrichten“.

23. (φ Urs. maj.) Casey. (A. N. 2417) Roher Versuch.
24. Doberck (A. N. 2148). — Gore (Month. Not. 48, Nov. 1888) 302 Jahre Umlaufszeit, und sonst von D. wesentlich abweichend.
25. Doberck (A. N. 2345).
26. Seeliger (Zur Theorie d. Doppelst. Lpz. 1872).
27. Doberck (A. N. 2129).
28. „ („ „ 2287).
29. L. Struve (Mélanges math. et astr. T.V.) — Bahnbestimmung noch unsicher:

Nach	Dunér	Gruber	Doberck
Umlaufszeit	176.37 Jahre	195.23 Jahre	222.43 Jahre
Periastrum	1848.41	1706.72	1909.24
Knoten	50°50'	33°20'	39°57'
Neigung	68 28	48 18	53 50

30. Mädler. (Vergl. Thiele: Untersogelse af γ Virg. Kopenhagen 1866.)
31. Berberich (A. N. 2623.) — Casey (2438) 98 Jahre Umlaufszeit.
32. Doberck (A. N. 2126). — Unsicher.
33. Doberck (A. N. 2064).
34. Doberck (A. N. 2194). — Pritchard 266 Jahre, Perih. v. Knoten 40°54', sonst ziemlich mit D. stimmend.
35. Doberck (A. N. 2240).
36. Casey (A. N. 2415). Versuch.
37. Doberck (A. N. 2248).
38. Behrmann (A. N. 1561).
39. Gore (A. N. 2802).
40. Berberich (A. N. 2582).
41. Doberck (A. N. 2103).
42. Doberck (A. N. 2168). Auch die übrigen Bahnen von Thiele, Mädler, Jacob noch höchst unsicher.
43. Doberck (A. N. 2050).

2. Uebersicht der Bestimmungen von Fixstern-Parallaxen bis Ende 1888.

	Parallaxe [1])	Wahrscheinl. Fehler	Autorität	Messungen in den Jahren
61 Cygni .	0.314"	0.0136"	Bessel	1837—38 } Königsberger
	0.348	0.0095	„	1837—40 } Heliom.
	0.360	0.012	Peters	Neue Bearbeitung der Königsberger Beob.
	0.349	0.080	„	1842—43 Pulkowa.
	0.564	0.016	Auwers	1860—62 Königsberg.
	0.468		Ball	1878.

[1]) Jährliche Parallaxe der Sterne ist bekanntlich der Winkel, welcher aus der Richtungsänderung Erde-Stern entsteht, die während der Bewegung der Erde um die Sonne stattfindet. Einer Parallaxe von 1" entspricht die Entfernung des Sterns von 206265 Erdbahnhalbmessern oder eine Lichtzeit von 3¼ Jahren. — In der obigen Zusammenstellung sind, um der historischen Entwicklung dieses Zweiges Rechnung zu tragen, auch manche ältere aus den Beobachtungen von Zenithdistanzen und grossen Rectascensions-Differenzen folgende Werthe aufgenommen worden.

	Parall-axe	Wahr-scheinl. Fehler	Autorität	Messungen in den Jahren
61 Cygni	0.270"	0.010"	A. Hall	1882.
	0.429	0.014	Pritchard	1886—87 Photographisch.
61_2 Cygni	0.435	0.014	„	„ „
α Lyrae	0.261	0.0254	Struve	1835—38.
	0.103	0.053	Peters	1842 Pulkowa.
	0.147	0.009	O. Struve	1851—53.
	0.206	0.0084	Brünnow	1868—69 Dublin.
	0.134	0.005	Hall	1880—81.
	0.034	0.045	Elkin	1888.
α Bootis	0.127	0.073	Peters	Hamburger Merid. Kreis.
	0.018	0.022	Elkin	1888.
α Urs. min.	0.106	0.012	Peters	Dorpater Beobacht.
	0.076	0.013	Struve	Pulkowaer
α Aurigae	0.046	0.020	Peters	—.
	0.017	0.047	Elkin	1888.
1830 Groombr.	0.226	0.141	Peters	1842—43 Pulkowa.
	0.166	0.018	Schlüter	1842—43 Königsberg.
	0.114	0.019	Wichmann	1847—51
	0.034	0.029	O. Struve	1847—49 Pulkowa.
	0.097	0.023	Brünnow	1870—71 Dublin.
α Centauri	0.913	—	Henderson u.	1840 am Cap.[1]
	0.919	—	Maclear	1842—48
	0.521	0.066	Moesta	1860—64 S. Jago.
	0.75	0.01	Gill u. Elkin	1885 Cap. (Heliom.)
β Centauri	0.173	0.07	Moesta	1860—64 S. Jago.
	0.00	0.02	Gill	1885 Cap. (Heliom.)
ι Urs. maj.	0.133	0.106	Peters	1842—43 Pulkowa.
70 p Ophiuchi	0.162	0.007	Krüger	1863 Bonn (Heliom.)
Lal. 21258	0.260	0.020	„	„ „ „
	0.262	0.011	Auwers	1866 Königsberg (Heliom.)
Lal. 21185	0.501	0.011	Winnecke	(1857—58. Neue Unters.)
Oeltz. 7415	0.247	0.021	Krüger	1863 Bonn (Heliom.)
Oeltz. 11677	0.242	0.043	Geelmuyden	1878—79.[2])
34 Groombr.	0.307	0.025	Auwers	1863—66 Gotha.
σ Drac.	0.246	0.013	Brünnow	1869—70 Dublin.
85 Pegasi	0.054	0.019	„	„ „ [3])
3077 Bradl.	0.055	0.026	„	1870—71 „
γ Drac.	0.092	0.070	Auwers	(Aus der Bearb. d. Beobacht. v. Molyneux 1728.)
α Tauri	0.516	0.057	Shdanow	Aus O. Struves Beob.
	0.116	0.029	Elkin	1888.
	0.102	0.030	A. Hall	1886—87.
Cygni 6 Bode	0.482	0.054	R. S. Ball	1880—81.

[1]) Vergl. die Discussion von Elkin.

[2]) Provisorisches Resultat.

[3]) Unsicher.

	Parallaxe	Wahrscheinl. Fehler	Autorität	Messungen in den Jahren
ζ Tucani . .	0.06"	0.02"	Elkin	1885 Cap (Heliom.)
ε Eridani . .	0.14	0.02	"	
α Navis . . .	0.03	0.03	"	
o_2 Eridani . .	0.17	0.02	Gill	
μ Cassiop. . .	0.035	0.025	Pritchard	1886. Photographisch.
Struve 2398 .	0.353	0.014	E. Lamp	1883—87.
α Leonis . .	0.093	0.048	Elkin	1888.
β Gemin . .	0.068	0.047	"	
Sirius . .	0.150	—	Maclear u. H.	Cap-Reihe.
	0.193	—	Gyldén	(Bearb. d. Beob. Maclears.)
	0.38	0.01	Gill u. Elkin	Cap. 1885.
	0.266	0.047	Elkin	1888.
Procyon . .	0.398	0.061	L. Struve	1863—68 Pulkowa.
	0.240	0.029	Auwers	1861—62 Königsberg.
ε Indi . . .	0.22	0.03	Gill u. Elkin	1885 Cap. (Heliom.)
Lacaille 9352 .	0.28	0.02	Gill	



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Februar.

(Sämmtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

		Aufgang	Untergang
7. Februar	Erstes Viertel	M.	1h 18m Nt.
9. "	Erdferne	"	3 28 Mg.
15. "	Vollmond	4h 38m Nm.	7 49 "
22. "	Letztes Viertel	1 43 Mg.	10 36 Vm.
24. "	Erdnähe	4 10 "	M.

Maxima der Libration:
3. Februar und 15. Februar.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. Febr.	22h 11m	—10° 23'	8h 15m Mg.	6h 33m Ab.	23h 55m	— 0° 27'	9h 7m Vm.	9h 9m Ab.
5. "	22 16	— 8 42	7 55 "	6 31 "	0 10	+ 1 36	8 55 "	9 19 "
9. "	22 11	— 8 5	7 31 "	6 13 "	0 25	+ 3 38	8 44 "	9 30 "
13. "	21 57	— 8 40	7 4 "	5 40 "	0 40	+ 5 39	8 33 "	9 39 "
17. "	21 40	—10 5	6 39 "	4 59 "	0 55	+ 7 37	8 21 "	9 49 "
21. "	21 26	—11 44	6 19 "	4 21 "	1 9	+ 9 32	8 9 "	9 57 "
25. "	21 19	—13 8	6 4 "	3 50 Nm.	1 23	+11 24	7 56 "	10 6 "
1. März	21 19	—14 2	5 54 "	3 30 "	1 37	+13 10	7 44 "	10 14 "
	2. Febr. in der Sonnennähe.				18. Febr. gröfste östl. Ausweichg.			

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. Febr.	23h 16m	— 5° 31'	8h 54m Mg.	8h 4m Ab.	17h 56m	— 23° 6'	5h 19m Mg.	12h 59m M.
7. „	23 33	— 3 38	8 37 „	8 7 „	18 1	— 23 6	5 0 „	12 40 „
13. „	23 50	— 1 44	8 21 „	8 9 „	18 6	— 23 6	4 41 „	12 21 „
19. „	0 7	+ 0 10	8 4 „	8 14 „	18 10	— 23 5	4 22 „	12 2 „
25. „	0 23	+ 2 3	7 47 „	8 15 „	18 14	— 23 4	4 2 „	11 42 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
2. Febr.	9h 20m	+ 16° 47'	4h 52m Nm.	8h 6m Mg.	13h 22m	— 7° 58'	11h 9m Ab.	9h 53m Mg.
10. „	9 17	+ 16 59	4 16 „	7 32 „	13 22	— 7 56	10 37 „	9 21 „
18. „	9 15	+ 17 12	3 41 „	6 59 „	13 21	— 7 52	10 5 „	8 49 „
26. „	9 12	+ 17 23	3 6 „	6 26 „	13 20	— 7 48	9 33 „	8 17 „

15. Febr. 1h Mg. Bedeckg. durch Mond.

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 6. u. 22. Febr. westl., 14. Febr. östl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
2. Februar	3h 51m	+ 18° 25'	11h 12m Vm.	2h 46m Nt.
15. „	3 51	+ 18 26	10 21 „	1 55 „
28. „	3 51	+ 18 28	9 30 „	1 4 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

3. Febr.	III.	Trab.	Verfinst.	Eintritt	7h 23m Mg.
7. „	II.	„	„	„	6 12 „
8. „	I.	„	„	„	7 44 „
24. „	I.	„	„	„	6 0 „

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar).

		Gröfse	Eintritt	Austritt.
9. Februar:	i Tauri	5.4	8h 0m Ab.	9h 17m Ab.

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1889 Rectas.			Declin.	
R Ceti	17. Februar	8 Gr.	13 Gr.	2h	20m	21s	— 0°	40'
T Arietis	27. „	8 „	9.10 „	2	42	8	+ 17	3
U Monoc.	20. „	6 „	7 „	7	25	29	— 9	33
R Hydrae	17. „	4.5 „	10 „	13	23	39	— 22	44
S Virginis	9. „	5.6 „	12.13 „	13	27	12	— 6	38
U Cygni	20. „	7.8 „	10 „	20	16	9	+ 47	33
T Aquarii	24. „	6.7 „	12.13 „	20	44	5	— 5	33

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus.[1])

U Cephei (2d 11h 50m)[2])	Algol (2d 20h 49m)	λ Tauri (3d 22h 52m)	R Can. maj. (1d 3h 16m)	S Cancri (9d 11h 38m)
1889				
Min. am	Min. am	Min. am	Jedes 3. Min. am	Min. am
2. Febr. Ab.	5. Febr. Mg.	5. Febr. Ab.	4. Febr. Nm.	1. Febr. Ab.
7. „ „	10. „ Nt.	13. „ „	7. „ Nt.	11. „ Mg.
12. „ „	16. „ Ab.	21. „ „	11. „ Vm.	20. „ Ab.
17. „ „	22. „ M.		14. „ Ab.	
22. „ „	28. „ Mg.		18. „ Vm.	
27. „ „			21. „ Nm.	
			24. „ Nt.	
			28. „ M.	

δ Librae (2d 7h 51m)	U Coronae (3d 10h 51m)	U Ophiuchi (20h 8m)	Y Cygni (1d 11h 57m)
1889			
Min. am	Min. am	Jedes 4. Min. am	Jedes 3. Min. am
5. Febr. Mg.	7. Febr. Ab.	4. Febr. M.	1. Febr. Nt.
9. „ Ab.	14. „ „	7. „ Ab.	6. „ M.
14. „ M.	21. „ „	11. „ Mg.	10. „ Nt.
19. „ Mg.	28. „ Nm.	14. „ Nm.	15. „ M.
23. „ Ab.		17. „ Ab.	19. „ Nt.
28. „ M.		21. „ Mg.	24. „ M.
		24. „ Nm.	28. „ Nt.
		27. „ Nt.	

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:[3])

		Max.	Min.	1889 Rectas.	1889 Declin.
T Monoc.	23. Febr.	6.2 Gr.	7.6 Gr.	6h 19m 14s	+ 7° 9′
ζ Gemin.	7., 17., 27. Febr.	3.7 „	4.5 „	6 57 32	+ 20 44
β Lyrae	3., 16. Febr.	3.4 „	4.5 „	18 45 58	+ 33 14
η Aquilae	2., 9., 16., 23. Febr.	3.5 „	4.7 „	19 46 49	+ 0 43
δ Cephei	6., 11., 17., 22., 28. Febr.	3.7 „	4.9 „	22 25 2	+ 57 51

[1]) Die Orte dieser Sterne für 1889 sind folgende:

U Cephei	0h 52m 29s	+ 81° 17′	δ Libr.	14h 55m 3s	— 8° 5′
Algol	3 0 58	+ 40 32	U Coron.	15 13 40	+ 32 3
λ Tauri	3 54 32	+ 12 11	U Oph.	17 10 53	+ 1 20
R Can. maj.	7 14 27	— 16 11	Y Cygn.	20 47 37	+ 34 15
S Cancri	8 37 36	+ 19 26			

[2]) Diese Zahl giebt die Periode des Lichtwechsels in Tagen, Stunden und Minuten an.

[3]) Die Perioden dieser Sterne sind:

T Monoc.	7 Tage 22 Stunden.
ζ Gemin.	5 „ 0 „
β Lyrae	(Doppelte Periode).
η Aquilae	2 Tage 9 Stunden.
δ Cephei	1 „ 15 „

6. Zodiakallicht.

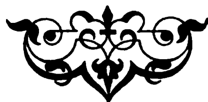
Vom 15. Februar bis 2. März am Westhimmel von 7 bis 9 Uhr Ab. gut beobachtbar.

7. Nachrichten über Kometen.

Der Komet 1888 V (Komet Barnard vom 30. Oktober, s. S. 185) ist nach den vorliegenden Nachrichten im Dezember ziemlich lichtschwach gewesen; der Kern wurde einem Sterne 13. Gröfse gleichgeschätzt, die ihn umgebende Nebelhülle betrug kaum mehr eine halbe Bogenminute. Das Gestirn dürfte gegenwärtig nur sehr grofsen Instrumenten zugänglich sein. —

Ueber die Beobachtung des Enckeschen Kometen auf der südlichen Erdhemisphäre (s. S. 55) liegen jetzt ebenfalls ausführliche Nachrichten vor; der Komet war während der ganzen Beobachtungsperiode schwach und konnte im Juli und August nur mit grofsen Schwierigkeiten verfolgt werden.

In den gegenwärtigen Wintermonaten wird auch die Rückkehr des periodischen Tempelschen Kometen (1873 II) erwartet. Dieser Komet ist am 3. Juli 1873 in Mailand entdeckt worden und hat eine Umlaufszeit von $5^{1}/_{5}$ Jahren; am 19. Juli 1878 gelang dem Entdecker die abermalige Auffindung. Nach den Rechnungen von L. Schulhof hält sich der Komet im Januar, Februar und März in der Nähe der Sonne auf, geht mit ihr auf und unter, und es ist daher nur wenig Hoffnung vorhanden, des Kometen bei seiner diesjährigen Rückkehr habhaft zu werden. *





Grofse Meerestiefen. Das britische Vermessungsschiff Egeria, unter Kommando des Kapitain Pelham Aldrich, hat neuerdings im Stillen Ozean südlich der Freundschafts-Inseln zwei Tiefen gefunden, welche zu den gröfsten bisher gemessenen zählen, nämlich 8 101 Meter in 24° 37' Süd-Breite und 175° 8' West-Länge von Greenwich, und 7 855 Meter ungefähr 12 Seemeilen südlich von der ersten Stelle. Von den bis jetzt in den Ozeanen ausgeführten Lothungen weisen nur drei gröfsere als die eben angegebenen auf, von denen zwei ebenfalls in den Stillen Ozean, die dritte in den Atlantischen Ozean, alle drei aber auf die nördliche Halbkugel der Erde fallen.

Die gröfste bekannt gewordene Tiefe beträgt 8 513 Meter und wurde von der amerikanischen Korvette Tuscarora auf 44° 55' Süd-Breite und 152° 26' Ost-Länge in der Nähe des Japanischen Insel-Archipels, die zweite, 8 341 Meter, durch das amerikanische Vermessungsschiff Blake im Atlantischen Ozean auf 19° 39' Nord-Breite und 66° 26' West-Länge nördlich von Porto-Rico gefunden, die drittgröfste wieder im Stillen Ozean auf 11° 24' Nord-Breite und 143° 16' Ost-Länge südlich der Ladronen-Inseln gelegene Tiefe endlich bestimmte die britische Korvette Challenger zu 8 174 Meter. Auf der südlichen Hemisphäre war die gröfste bisher gelothete Tiefe 5 523 Meter; dieselbe wurde von der deutschen Korvette Gazelle im Indischen Ozean auf 16° 11' Süd-Breite und 117° 32' Ost-Länge gefunden. R.



Helgoland. In den Mittheilungen der Geographischen Gesellschaft zu Hamburg befindet sich eine Studie über Helgoland von Dr. Lindemann, welche zum Theil Ergebnisse eigener Untersuchungen enthält und auf die physikalisch-geographische Beschaffenheit dieses Felseneilandes einiges Licht wirft. Das allmähliche Verschwinden Helgolands ist hiernach nur zum Theil der zerstörenden Gewalt des Meeres beizumessen; am stärksten wird die Westküste davon betroffen, wo die Wucht der Wellen bedeutend gröfser ist als auf der mehr gedeckten Ostseite, deren Felsenwand schon durch eine lang hingestreckte Düne vor dem Anprall der Brandung geschützt ist. Auf dieser Seite bewirken dagegen die wässerigen Niederschläge in Gemeinschaft mit dem Wechsel der Temperatur und die zerstörende Wirkung des Frostes eine allmähliche Abtragung der Gesteinsmassen, so dafs die Spuren der Verwitterung hier besonders deutlich vor Augen liegen. So erklärt sich auch der verschiedene Charakter der beiden Hauptküsten. Während die östliche das etwas einförmige Bild des steil abfallenden Felsens darbietet, gewährt die Westseite mit ihren imposanten Zerklüftungen, Buchten und Felsenthoren und einzelnen aus dem Meere emporragenden Pfeilern einen überaus wechselvollen Anblick. Alle Klippen und

Riffe zeigen dasselbe Fallen und Streichen der Schichten des der Triasformation angehörigen, ganz aus buntem Sandstein bestehenden Mutterfelsens und lassen so einen sicheren Schluss auf ihren einstigen Zusammenhang mit diesem zu. Dagegen liegen keine Anzeichen vor, aus denen ersichtlich wäre, dafs die Insel im Sinne der Sage einst mit dem Festlande verbunden war; sie ist vielmehr als ein Erhebungszentrum des Nordseebeckens zu betrachten, wie dies schon vor 50 Jahren Prof. Wiebel nachgewiesen hat. Ueber den Betrag der mechanischen und chemischen Denudation lassen sich zwar genauere Angaben nicht machen, weil die Zerstörung des Gesteins nur äufserst unregelmäfsig vor sich geht, doch dürfte die Verkleinerung der auf der Ostseite gelegenen Felder hierfür einigen Anhalt gewähren. So soll von einem vor 50 Jahren noch 10 m breiten Kartoffelfeld nichts mehr, und von einem einst 35 m breiten jetzt nur noch 3 m vorhanden sein. Für die starke Abtragung des Felsens in historischen Zeiten spricht auch besonders deutlich das Auffinden alter friesischer Münzen, die zweifellos einer versunkenen Grabstätte angehört haben. Es sind ferner unverwerfliche Zeugnisse dafür vorhanden, dafs in den jüngst vergangenen 42 Jahren neun Felsenpfeiler gänzlich verschwunden, zwei Felsenthore in Pfeiler verwandelt worden sind. Ueber die Entfernungen der einzelnen Felsen vom Mutterfelsen hat Dr. Lindemann selbst Messungen angestellt, und durch Vergleich dieser mit älteren glaubt er auf der Westseite des Eilandes eine Abnahme von $1^1/_2$ bis 2 m in 40 Jahren, also eine jährliche Abnahme von 5 cm verbürgen zu können. Hiernach müfste das nur 0,6 □km umfassende Helgoland in einigen tausend Jahren gänzlich verschwinden. Schw.



N. Ekholm et K. L. Hagström. Mesures des hauteurs et des mouvements des nuages.. Upsal 1885.

Wiewohl diese Abhandlung bereits Ausgang des Jahres 1884 der Gesellschaft der Wissenschaften zu Upsala vorgelegt wurde, so verliert sie doch durch das etwas zurückliegende Datum nicht an Bedeutung für den Fortschritt der Meteorologie auf dem lange vernachlässigten Gebiete der Wolkenbeobachtungen. Denn durch ein gründliches, lange fortgesetztes Studium der Höhe und des Zuges namentlich der oberen Wolken kann allein unsere Kenntnifs von der Cirkulation der Atmosphäre erweitert werden, und wenn nun auch dem Wolkenzuge und den Veränderungen der verschiedenen Wolkenformen gröfsere Aufmerksamkeit gewidmet wurde, so fehlte es doch meist an sicheren und bequemen Methoden, die Höhe der Wolken über der Erdoberfläche genau zu bestimmen. Ohne die Kenntnifs der Höhe aber läfst sich auf die Geschwindigkeit der oberen Luftströmungen kein sicherer Schlufs ziehen, und so ist es wesentlich die Methode der Beobachtung, welche den Resultaten der Verfasser hinsichtlich ihrer Genauigkeit einen grofsen Vorzug vor den auf andre Art erhaltenen gewährt.

Theoretische Betrachtungen ergaben, dafs die einzig sichere Methode die der Parallaxenbestimmung der Wolken ist, indem von den Endpunkten einer Basis von genügender Länge die Winkel nach einem bestimmten Punkt einer anvisirten Wolke gemessen werden, aus welchen, wenn die Basislänge festgestellt ist, die Höhe, und wenn die Messungen nach erfolgter Weiterbewegung der Wolke wiederholt werden, ebenso Zugrichtung und Geschwindigkeit ermittelt werden können. Bei der nothwendigen Länge einer solchen

Basis ist jedoch eine direkte Verständigung der beiden Beobachter an den Endpunkten unmöglich, und da die telegraphische Verständigung zu zeitraubend war, um zum Ziele zu führen, blieb es der Erfindung des Telephons vorbehalten, derartige Messungen wirklich ausführbar erscheinen zu lassen, denn bei der Schnelligkeit, mit welcher bei genauer Beobachtung sich die Umrisse der Wolken zu ändern pflegen, ist eilige Verständigung über den einzustellenden Punkt eine wesentliche Bedingung, da sonst die Gefahr vorliegt, ganz verschiedene Theile der Wolke einzustellen und damit die Genauigkeit der Messung erheblich zu veringern.

Zum ersten Male wurde die Methode während der schwedischen Forschungsreise nach Spitzbergen 1882/83 erprobt und bewährte sich so sehr, dafs seitdem diese Wolkenbeobachtungen einen ständigen Platz im Arbeitsprogramm des meteorologischen Institutes zu Upsala erhalten haben. Die vorliegende Abhandlung beschreibt ausführlich die angewandten Instrumente und giebt die Theorie der Anstellung und Berechnung der Beobachtungen, sowie eine schon recht ergiebige Sammlung von 300 Resultaten. Weitere Resultate derselben Forscher wurden sodann in der „Meteorologischen Zeitschrift“ 1887 veröffentlicht. Die zuerst angewendete Basis hatte eine Länge von 490 m (in der vorliegenden Publikation war die Länge derselben irrthümlich zu 421 m angenommen worden, und bedürfen daher alle Höhen und Geschwindigkeiten einer Correktur), während später eine solche von 1302 m gewählt wurde, welche sich für mittlere Wolkenhöhen als ausreichend erwies und für niedrige Wolken schon eine überflüssige Genauigkeit gewährt, während für die höchsten Cirri sogar eine Distanz von 3—5 Kilometern nicht zu grofs wäre, da solche noch in Höhen von 13 Kilometern beobachtet worden sind.

Als Mefsinstrumente bewährten sich Theodolite am besten, welche statt des Fernrohrs nur das 51,5 cm lange Gerippe eines Rohres tragen; das Objektiv ist durch einen Messingring mit einem Fadenkreuz ersetzt, das aus $^1/_2$ mm starkem Kupferdraht besteht. Als Okular dient eine Metallplatte, in welche ein Loch von 3 mm Durchmesser gebohrt ist, wodurch die Absehenslinie nach der Mitte des Fadenkreuzes festgelegt ist. Der Höhenkreis sowie der Azimuthalkreis hat einen Durchmesser von 24,5 cm und ist in ganze Grade getheilt, ein Nonius ergiebt direkt 10 Bogenminuten, einzelne Minuten können noch geschätzt werden, wodurch eine mehr als genügende Genauigkeit der Rechnung zu erzielen ist.

Eine einmalige Beobachtung eines Wolkenpunktes von beiden Enden der Basis liefert also 4 Winkelablesungen, während mit der Basis nur noch drei Winkel zur Bestimmung der Höhe nöthig sind. Es dient demnach dieser vierte Winkel als Kontrole dafür, ob die beiden Instrumente wirklich auf denselben Punkt eingestellt worden waren, was sehr vortheilhaft ist, da Irrthümer in dieser Beziehung niemals ganz ausgeschlossen werden können. Auf die sehr lehrreichen Resultate, die sich auf die Höhe der Wolken, ihre Veränderung im Laufe des Tages etc. beziehen, kann vielleicht später ausführlich eingegangen werden.

Dr. Ernst Wagner.





Herrn Dr. O. K. in Kassel. Sie fragen an, weshalb die Photographie noch nicht in ähnlicher Weise zur Erforschung feiner Details auf den Planetenoberflächen angewandt worden sei, wie neuerdings in so überraschender Weise auf dem Gebiete der Mikro-Organismen. Sie erwähnen, wie es Herrn Geheimrath Koch hier gelungen ist, jene allerkleinsten Pilzbildungen, die Cholera- oder Tuberkelbacillen, welche doch erst mit Anwendnug unserer neuesten Errungenschaften der Optik, dem Abbeschen Condensor und der Immersionssysteme überhaupt entdeckt werden konnten, mit 50,000facher linearer Vergröfserung so grofs wie Bleistifte zu zeigen, indem er eine mit 1000facher Vergröfserung aufgenommene Glas-Photographie fünfzigmal vergröfsert gegen eine weisse Wand projicirte. Wir wären in der That ungemein glücklich, wenn wir solches Verfahren auf den Himmel anwenden könnten. Wir würden dann im stande sein, auf dem Monde Gegenstände von etwa einem halben und auf unserer wunderbaren Nachbarwelt des Mars solche von 50 bis 75 Metern Ausdehnung aus so ungeheurer Entfernung treu zu photographiren. Leider muss dies stets ein schöner Traum bleiben, da die beständige Unruhe unserer Atmosphäre es niemals erlauben wird, völlig scharfe Bilder, wie etwa unter dem Mikroskope, zu erzeugen. Schon bei etwa 500facher Vergrösserung zeigen infolge dessen unsere besten Teleskope meist schon so sehr verwaschene Bilder, dafs man sich in den meisten Fällen zur Anwendung geringerer Vergröfserungen entschliefsen mufs. Die Himmelsphotographie, welche trotzdem die gröfsten Triumphe zu verzeichnen hat, kann deshalb über diese Schwierigkeit nicht hinweghelfen. Die Bilder von Sternen (von denen bei allerdings oft stundenlanger Expositonszeit nicht selten mehr auf der photographischen Platte erscheinen, als das Auge in den schärfsten Teleskopen direkt zu sehen vermag, so dafs die von Ihnen hervorgehobene durch mikroskopische Photographien erwiesene gröfsere Empfindlichkeit der photographischen Platte als die der Retina sich auch hier bestätigt) erscheinen auf den Platten als kleine Scheiben, nicht als Punkte, wie sie es wirklich sind. Ein Lichtpunkt nimmt also auf der Platte eine Fläche ein und überflutet damit den nächsten Punkt einer Fläche voller Details, die dadurch nothwendig verloren gehen müssen. Nur bei Objekten wie Sternhaufen, welche an sich aus getrennten Punkten bestehen, tritt diese Schwierigkeit nicht ein, wefshalb dieselben photographisch in so wundervoller Weise wiedergegeben werden. Wir werden über die neueren Errungenschaften der Himmelsphotographie in einem unserer nächsten Hefte einen überblickenden Aufsatz aus kompetenter Feder bringen. Über das grofsartige „Lick-Observatory“ auf „Mount Hamilton“ in Californien, das einen Theil jener Uebelstände, welche die Atmosphäre dem astronomischen Sehen entgegenstellt, durch seine hohe Lage zu überwinden sucht, ist bereits in unserm Feuilleton der gegenwärtigen Nummer (Seite 288 u. f.) die Rede.

Herrn E. K. in Halle a/S. Auf Ihre Frage, welches die empfehlenswertheste Geschichte der Astronomie sei, ist es schwer zu antworten, ohne den

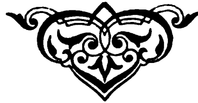
Grad der Vertiefung zu kennen, mit welchem Sie sich in der Geschichte der Astronomie orientiren wollen.

Die populäre Astronomie von Newcomb (in deutscher Ausgabe bei W. Engelmann in Leipzig erschienen) enthält einen recht lichtvollen Ueberblick auch über die geschichtliche Entwickelung dieser Wissenschaft. Für eindringenderes Studium wird die Geschichte der Astronomie von Wolf (Direktor der Sternwarte in Zürich), erschienen zu München im Verlag von Oldenbourg, einen sehr werthvollen Führer bilden, während die Geschichte der Himmelskunde von Mädler bei gröfserem Reichthum an Details viele irrige Anschauungen enthält.

Für noch speziellere Beschäftigung mit der Sache würde auf eine Fülle von geschichtlichen und biographischen Darlegungen in bändereichen Werken und Monographien hinzuweisen sein, wovon wir einstweilen Abstand nehmen zu dürfen glauben.

Herrn O. K. zu Pozega (Kroatien). Für den freundlichen Hinweis, dafs bei der im Sprechsaal unseres November-Heftes gegebenen Zusammenstellung empfehlenswerther Mondkarten die Karte von Neison fehle, sind wir im Interesse unserer Leser sehr dankbar. Wir beeilen uns zu erklären, dafs hierbei keine kritische Absicht obgewaltet hat, sondern dafs wir nur an das Nächstliegende, keineswegs an eine vollständige Aufzählung der Mondkarten gedacht hatten.

Der treffliche Mond-Atlas des Herrn Edmund Neison ist, wie wir unsern andern Lesern gegenüber bemerken, in Buch-Form und Oktav-Format als Beigabe des Neisonschen Werkes „Der Mond“ in deutscher Ausgabe bei Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig erschienen.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Ueber einige Aufgaben der Photometrie des Himmels.

Von Prof. H. Seeliger,
Director der königl. Sternwarte bei München.

Wenn wir von den Wirkungen der allgemeinen Massenanziehung und von den ganz vereinzelt nachgewiesenen und zum Theil noch zweifelhaften thermischen, elektrischen und magnetischen Wirkungen absehen, setzt uns nur das Licht in direkte Beziehungen zu den Himmelskörpern. Der Gedanke liegt deshalb äufserst nahe, aus der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Lichtbewegung für die Erkenntnifs der Beschaffenheit der lichtaussendenden Körper Gewinn zu ziehen. Selbstverständlich aber werden dergleichen allgemeine Ideen erst dann wissenschaftliche Bedeutung gewinnen, wenn man in der Lage ist, ganz bestimmte Probleme aufzustellen und die Möglichkeit der Inangriffnahme derselben durch bestimmte Methoden nachweisen zu können. Im vorliegenden Falle bieten sich in zwei Richtungen günstige Ausblicke auf erfolgreiche Untersuchungsmethoden dar. Zuerst kann man die Ursachen studiren, welche die Stärke (Intensität) des Lichtes der Himmelskörper beeinflussen, zweitens kann man die Eigenschaften des Lichtes untersuchen, welche mit seiner Brechbarkeit zusammenhängen. Das letztere verfolgt die Spektralanalyse, welche sich in den letzten Jahrzehnten mit wunderbarer Schnelligkeit zu einem der grofsartigsten Zeugnisse menschlichen Scharfsinnes herausgebildet hat. Mit dem zuerst genannten Aufgabenkreis beschäftigt sich die Photometrie. Bouguer (1698—1758) und Lambert (1729—1777) müssen als die Begründer dieses ganzen Wissenszweiges angesehen werden. Die genannten Forscher haben sich nicht damit begnügt, die Grundlagen zu schaffen, sondern sie haben auch, und besonders gilt dies von Lambert, nach sehr vielen Richtungen davon Anwendung gemacht. Die instrumentellen Hülfsmittel zur Lichtmessung

selbst waren aber damals noch höchst unvollkommen, namentlich war es kaum möglich, die Helligkeit lichtschwacher Objekte, wie der Planeten und Fixsterne, mit genügender Schärfe zu bestimmen. Dies wird wohl der Grund sein, warum die Himmelsphotometrie in der Folge keine weitere Pflege gefunden hat und selbst die grundlegenden Untersuchungen Lamberts beinahe wieder in Vergessenheit geriethen. Neues Leben kam in dies Gebiet, als der geniale Steinheil (1836) durch die Konstruktion seines Prismenphotometers ein schönes und zuverlässiges Mefsinstrument schuf und dasselbe bald darauf in den Händen Seidels wichtige und resultatreiche Beobachtungen lieferte. Unter dem Einflusse der von diesen Männern ausgegangenen Anregungen entstanden vor 25 – 30 Jahren die so wichtigen photometrischen Erfindungen und Arbeiten Zöllners. Der Enthusiasmus, mit welchem dieser Gelehrte die Bedeutung der Astrophysik im allgemeinen und der Photometrie im besonderen hervorhob, mufste um so anregender auf weitere Kreise wirken, als er den Beobachtern in seinem Photometer ein Mefsinstrument gab, das sowohl in Bezug auf die Bequemlichkeit seiner Handhabung als auch seine beinahe unbeschränkte Anwendbarkeit auf alle möglichen Aufgaben alle früheren Photometer ohne Frage bei weitem übertraf. In dieser durch Zöllner eingeleiteten Epoche befinden wir uns gegenwärtig.

Die folgenden Zeilen haben nicht die Absicht, eine historische Uebersicht über die in den letzten zwei Jahrzehnten erlangten Resultate der Astrophotometrie zu geben, auch sollen sie nicht über die Beobachtungsmethoden und instrumentellen Hülfsmittel berichten, die gegenwärtig im Gebrauche sind. Vielmehr soll besprochen werden inwiefern die Photometrie geeignet ist, allgemeinere astronomische Thatsachen zu enthüllen, wobei der Hinweis auf einige der wichtigeren Fragen, mit denen man sich in neuerer Zeit beschäftigt hat, genügen wird.

Wenn man zwei gleichartige Lichtquellen, Punkte oder Flächen, betrachtet, so wird man nicht zweifelhaft sein, ob man dieselben als nahe gleich oder verschieden hell und welche man, wenn ein gröfserer Unterschied vorhanden ist, als die hellere bezeichnen soll. Wenn man aber angeben soll, wieviel heller die eine Lichtquelle als die andere ist, so wird man in einige Verlegenheit gerathen, nicht nur weil eine solche Abschätzung bei grofser Helligkeitsdifferenz überaus schwierig auszuführen ist, sondern auch weil man völlig rathlos der Forderung gegenüber stehen wird, die beobachtete Helligkeitsdifferenz durch eine Zahl auszudrücken. Anders verhält sich die Sache, wenn

zwei nicht bedeutend aber doch merklich verschieden helle Lichtquellen vorliegen und dann die Aufgabe gestellt wird, aus einer grofsen Anzahl vorhandener, alle Zwischenstufen in ununterbrochener Reihenfolge ausfüllenden Lichtquellen, diejenige herauszuwählen, deren Helligkeit in der Mitte zwischen den beiden gegebenen steht. Auf den ersten Blick erscheint auch diese Forderung, ohne weiteren Zusatz, unbestimmt. Trotzdem wird sich nach einiger Uebung herausstellen, dafs man derselben schon eher mit einiger Sicherheit gerecht werden kann. Aehnliche Thatsachen sind in der praktischen Astronomie längst bekannt und werden seit jeher mit bestem Erfolge verwerthet. Die Eintheilung der Sterne in Gröfsenklassen gehört hierher. Auch sie scheint auf den ersten Blick recht willkürlich vorgenommen zu sein.

Nennt aber ein normales unbewaffnetes Auge die hellsten Sterne des grofsen Bären Sterne zweiter und die schwächsten noch sichtbaren sechster Gröfse, und wird ihm die Aufgabe gestellt, alle Sterne des Himmels, die ebenso hell oder schwächer als die Bärensterne sind, in die Gröfsenklassen 2—6 einzuordnen, so dafs eine allmähliche und gleichmäfsige Helligkeitsabnahme stattfindet, so wird man, trotz aller Abweichungen im einzelnen, überrascht sein von der Gleichförmigkeit und Sicherheit, mit der solche Zuordnungen erfolgen. Wie verhalten sich nun die Helligkeiten der Sterne verschiedener auf solche Weise bestimmten Gröfsenklassen? Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir zuerst festsetzen, wie man eine Helligkeitsskala zahlenmäfsig zu definiren hat. Nun ist aber doch von selbst klar, dafs man z. B. sagen mufs, das Licht zweier Kerzen zusammen ist zweimal so hell als das einer allein, das Licht dreier Kerzen dreimal so hell u. s. f. Man mache nun weiter folgenden einfachen Versuch: man beleuchte unter sonst ganz gleichen Umständen zwei gleiche kleine Papierflächen A und B, die eine (A) durch eine, die zweite (B) durch 9 Kerzen. Man nehme eine dritte Papierfläche und suche dieselbe unter Einhaltung der früheren Umstände, namentlich der Entfernungen, durch soviel Kerzen zu beleuchten, dafs sie gerade ebensoviel heller wie (A) als weniger hell wie (B) erscheint. Man dürfte erwarten, dafs die Zuhülfenahme von 5 Kerzen den gestellten Bedingungen genügen wird. Dem ist aber nicht so, vielmehr wird man mit 3 Kerzen den gewünschten Erfolg erreichen. Durch solche in passender Form angestellte Versuche wird man also finden: nicht die Differenz, sondern der Quotient zweier aufeinander folgenden Helligkeiten ist das mafsgebende bei einer Anordnung nach gleichmäfsig fortschreitender Zu- oder Abnahme der Helligkeit. Dieses Resultat ist eine unmittelbare

Folge eines allgemeinen, alle Sinneseindrücke innerhalb gewisser Grenzen umfassenden Gesetzes, des psycho-physischen Grundgesetzes, wie man es nach Fechner zu nennen pflegt, der dasselbe zuerst in allen seinen weitgehenden Konsequenzen verfolgt hat. Es ist dasselbe Gesetz, welches z. B. aussagt, dafs man sehr wohl unterscheiden wird, ob man ein Gewicht von $1/4$ oder $1/2$ kg Schwere zu heben hat, nicht aber ob dasselbe 50 oder $50 1/4$ kg wiegt, dafs man ebenso leicht herausfinden wird, ob 1 oder 2 Posaunen, nicht aber ob 200 oder 201 Posaunen unser Trommelfell erschüttern, schliefslich, dafs man die Helligkeit von einer oder 2 Kerzen sehr verschieden finden wird, aber wohl gewifs nicht zu unterscheiden vermag, ob 200 oder 201 Kerzen einen Gegenstand beleuchten.

Wenden wir dies auf unsere Schätzungen der Sterngröfsen an, so folgt fast unmittelbar der Satz: Der Quotient, nicht die Differenz der Helligkeit aufeinander folgender Sterngröfsen ist nahezu konstant. Ich sage nahezu, weil selbstverständlich bei solchen Beobachtungen unvermeidliche sekundäre Einflüsse sich geltend machen, auch wohl das Fechnersche Gesetz nur eine, wenn auch sehr grofse, Annäherung an die Wahrheit repräsentirt. Die Astronomie besitzt in der Bonner Durchmusterung, welche sämtliche Sterne zwischen 23^0 südlicher Deklination und dem Nordpole bis zur 9. Gröfsenklasse und sehr viele schwächere enthält, ein höchst konsequent durchgeführtes System von Helligkeitsschätzungen nach dem blofsen Augenmafse im Fernrohr. Hier liegt also ein geradezu riesiges Material vor, welches sich zur Prüfung des obigen Satzes in hohem Grade eignet, und diese Prüfung ist, soweit sie bisher auf photometrischem Wege ausgeführt worden ist, durchaus bestätigend ausgefallen. Man darf durchschnittlich annehmen, dafs sich die Helligkeiten zweier aufeinander folgender Gröfsenklassen wie 5 : 2 verhalten.

Es ist von selbst klar, dafs die Einreihung einer beobachteten Helligkeit in eine vorliegende Skala desto leichter und sicherer vor sich gehen wird, je enger die Intervalle sind, durch welche vorhandene Objekte diese Skala repräsentiren. Bis zu welcher Vollkommenheit sich solche Einreihungen bei passender Wahl von Vergleichsobjekten ausführen lassen, dafür bietet die Methode der Stufenschätzungen Argelanders, die namentlich bei der Verfolgung des Lichtwechsels veränderlicher Sterne mit grofsem Erfolge angewandt wird, ein ausgezeichnetes Beispiel. Hier wird der Veränderliche mit Sternen in seiner Nachbarschaft verglichen, die möglichst wenig heller oder schwächer sind als er selbst, und die kleinste noch wahrnehmbare

Helligkeitsdifferenz wird als „Stufe“ bezeichnet. Abgesehen davon, dafs die Aufstellung der Helligkeitsskala, welche die Vergleichssterne repräsentiren, auf diese Weise im allgemeinen nicht mit gleicher Sicherheit festgelegt werden kann, ist diese Methode weit davon entfernt, eine wirkliche Messung der Lichtstärke, die doch wenigstens innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von der Helligkeitsdifferenz gegen ein Vergleichsobjekt sein mufs, zuzulassen. Da in der einfachsten Form eine solche Messung das Verhältnifs zweier Helligkeiten angiebt, so wird man nicht zweifelhaft sein, auf welchen Grundlagen zuverlässige photometrische Methoden beruhen müssen. Wie auch die spezielle Einrichtung des Photometers im einzelnen beschaffen sein mag, immer wird die Helligkeit des helleren der beiden Objekte in physikalisch-mefsbarer Weise so abgeschwächt, dafs sie der zweiten gleich wird. Da das Auge das Gleichsein der beiden Helligkeiten beurtheilt, so entsteht eine Beschränkung der Gültigkeit der photometrischen Resultate, auf welche oftmals nicht genügend geachtet wird. Es tritt also hier ein physiologisches Element hinzu, das sehr oft die Verhältnisse aufserordentlich verwickelt, namentlich dann, wenn es sich um die Vergleichung verschieden gefärbter Lichtquellen handelt. An sich ist eine solche bei einigermafsen deutlicher Färbung aufserordentlich schwer und unsicher auszuführen, und unter Umständen ist es ganz unmöglich, zu einem richtigen Urtheil über das Verhältnifs zweier Helligkeiten zu gelangen, weil dieses in der unzweideutigsten Weise mit verschiedenen Umständen variirt. Der verdiente Physiologe Purkinje hat bereits die auch in die Verhältnisse des praktischen Lebens eingreifende Thatsache hervorgehoben, dafs bläulich gefärbte Gegenstände noch bei einer so schwachen Beleuchtung sichtbar bleiben, bei welcher gelbliche oder rothe vollständig verschwinden, und Dove hat dies durch folgenden einfachen Versuch illustrirt. Man stelle ein röthlich und ein bläulich gefärbtes Objekt, am besten zwei gleich grofse Kartonstücke oder dergl. nebeneinander, so kann man die Beleuchtung so einrichten, dafs man den Eindruck gleicher Helligkeit beider Objekte herstellen kann. Vergröfsert man nun die Stärke der Beleuchtung, so erscheint das rothe, verkleinert man dieselbe, so erscheint das bläuliche Objekt als das hellere.

Sobald also verschieden gefärbte Objekte in Frage kommen, treten Schwierigkeiten auf, die, wenn überhaupt, nur durch völlige Umänderung der photometrischen Methoden überwunden werden können. In der Astro-Photometrie treten diese Schwierigkeiten allerdings sehr oft nicht in bemerkbarem Grade auf. Vorerst kommen

intensive Färbungen bei den Himmelskörpern nur in mäfsigem Umfange vor, dann aber fragen viele Probleme der Photometrie des Himmels nur nach den Gesetzen, nach welchen sich die Helligkeit derselben Lichtquelle, welche ihre Farbe nicht ändert, variirt. Die Behandlung dieser Aufgaben wird aber in einfacher Weise dadurch ermöglicht, dafs man der Vergleichslichtquelle auf künstlichem Wege dieselbe Färbung giebt. Dort aber, wo es sich um die Vergleichung verschiedener Himmelskörper oder um die Beobachtung von Phänomenen handelt, die mit einem Farbenwechsel verbunden sind, wie bei den noch zu besprechenden Absorptionserscheinungen in unserer Atmosphäre, sind die genannten Schwierigkeiten bereits bemerkbar geworden. Vollständig begegnen denselben aber die in den letzten Jahrzehnten namentlich durch die ausgezeichneten Arbeiten Vierordts ausgebildeten Methoden der Spektralphotometrie. Hier wird das zu untersuchende Licht in ein Spektrum ausgebreitet und enge Bezirke desselben mit den entsprechenden Stellen eines Vergleichsspektrums in Bezug auf ihre Helligkeit verglichen. Dafs diesen Methoden ein hoher Grad von Wichtigkeit beigelegt werden mufs, wird auch aus dem Folgenden hervorgehen.

Nach diesen etwas allgemeineren Erwägungen sollen nun einige Aufgaben kurz besprochen werden, deren Lösung die Astrophotometrie in den letzten Jahren erreicht oder wenigstens angestrebt hat.

Wenn wir die Helligkeit eines himmlischen Objektes gemessen haben, so ist es selbstverständlich unsere erste Pflicht, diejenigen Umstände in Betracht zu ziehen, welche das erhaltene Resultat verfälscht haben können. Durch Erscheinungen der auffälligsten Art wird man sofort zur Vermuthung geführt, dafs das Vorhandensein unserer Atmosphäre die scheinbare Helligkeit eines Gestirnes ebenso beeinflussen müsse, wie sie die Richtung, in welcher letzteres erscheint, bekanntlich verändert. In der That schwächt die Atmosphäre selbst bei anscheinend vollkommener Klarheit nicht unbedeutend die sie durchdringenden Lichtstrahlen. Diese Absorption ist aber nicht für alle Strahlengattungen gleich grofs, sondern rothe Strahlen werden offenbar leichter durchgelassen als blaue. Die bekanntesten Erscheinungen sprechen dafür. Der Mond, wenn er hoch am Himmel steht, erscheint uns als helle silberweifse Scheibe. Je näher er sich aber dem Horizonte zuneigt, desto mehr verliert er an Helligkeit, zugleich aber erhält er eine mehr und mehr röthliche Färbung, die sich in grofser Nähe des Horizontes bis zu ganz intensivem Roth steigern kann.

Dafs die zunehmende Schwächung des Lichtes eines Gestirnes

mit seiner Annäherung an den Horizont in der Hauptsache eine unmittelbare Folge der Thatsache ist, dafs hierbei die vom Lichte zu durchlaufenden atmosphärischen Schichten an Dicke zunehmen, folgt aus den mathematischen Entwickelungen Lamberts und Laplaces. Die von den Genannten ausgearbeitete Theorie der „Extinktion des Lichtes“ entspricht bei nicht allzu kleinen Höhen des Gestirnes sehr gut den in dieser Richtung angestellten photometrischen Beobachtungen. Dies beweisen die Beobachtungen Seidels, der zuerst und in mustergültiger Weise die Extinktion des Lichtes untersucht hat, und ebenso die in neuester Zeit ausgeführten ausgezeichneten Messungen Dr. Müllers vom Observatorium in Potsdam. Nach diesen Beobachtern beträgt die Schwächung des Sternlichtes in 18, 10, 4 und 2 Grad Höhe bez. $^1/_2$, 1, 2 und 3 Gröfsenklassen. Demzufolge müssen also auch die helleren Sterne weit früher dem freien Auge verschwinden, als sie thatsächlich untergehen.

Wir haben aber oben gesehen, dafs die Atmosphäre nicht nur eine Schwächung des Lichtes, sondern auch eine Farbenänderung verursacht, und es kann deshalb nicht zweifelhaft sein, dafs die erwähnten Schwierigkeiten, welche sich den gewöhnlichen photometrischen Methoden bei einem solchen Prozesse entgegenstellen, zu Tage treten müssen. In der That ist wohl nur die Spektralphotometrie im stande, das Problem der Extinktion des Lichtes in einwurfsfreier Weise zu lösen, wenngleich die Uebereinstimmung der vorliegenden Messungen Seidels und Müllers dafür sprechen, dafs die bisher erlangten Resultate für gewöhnliche Fälle, wo man doch nicht in grofser Nähe des Horizontes beobachten wird, ausreichen dürften, um den Einflufs der Atmosphäre auf photometrische Resultate genügend in Rechnung ziehen zu können. Indessen scheinen doch auch hier Andeutungen vorzukommen, welche beweisen, dafs der Gegenstand noch nicht als ganz abgeschlossen betrachtet werden darf. Herr Dr. Müller hat nämlich gefunden, dafs einer der von ihm benutzten Sterne, der sich durch röthliche Färbung auszeichnet, bei der Annäherung an den Horizont stärker geschwächt wird als die übrigen. Dieses Resultat scheint im Widerspruche zu stehen mit der Thatsache, dafs die Atmosphäre rothe Strahlen leichter durchläfst als andere. Wenn man aber bedenkt, dafs die Sterne bei der angewandten Beobachtungsmethode immer mit derselben künstlichen Lichtquelle verglichen wurden, und sich daran erinnert, dafs rothe Strahlen bei einer Abnahme ihrer Intensität schneller für das Auge an Helligkeit verlieren als anders gefärbte Lichtstrahlen bei demselben Grad der Abschwächung, so dürfte die beobachtete Thatsache nicht

mehr so befremdlich sein, wenngleich sie selbstverständlich ohne ein genaues Eingehen auf den Sachverhalt nicht zu erklären ist.

Hat man die beobachteten Helligkeiten eines Himmelskörpers wegen der Extinktion des Lichtes korrigirt, so hat man, abgesehen von den etwaigen Fehlern des Instrumentes und der angewandten Methoden, die hier nicht in Frage kommen sollen, die Grundlagen für weitere Schlüsse gewonnen. Diese werden nun selbstverständlich damit zu rechnen haben, ob der untersuchte Himmelskörper selbstleuchtend (Fixstern, Sonne) ist oder ob er uns nur erborgtes Licht zusendet (Planeten, Monde). Im Folgenden sollen einige Aufgaben, die sich auf jede dieser beiden Gruppen von Weltkörpern beziehen, kurz besprochen werden.

Man hat in neuerer Zeit mehrere grofs angelegte Arbeiten theils ausgeführt, theils eingeleitet, welche bezwecken, möglichst viele Fixsterne photometrisch zu bestimmen. Der grofse Aufwand von Arbeitskraft, der auf diese Messungen verwandt wird, legt die Frage nahe, ob die von diesen Bemühungen zu erwartenden Resultate Ausblicke von tieferer wissenschaftlicher Bedeutung gewähren. Wenngleich es natürlich nicht zweifelhaft ist, dafs die Festlegung zahlreicher photometrisch bestimmter Fixpunkte für viele Aufgaben der praktischen Astronomie von hervorragender Wichtigkeit sein mufs, so liegt doch der Hauptgewinn, den die genannten Beobachtungen versprechen, in einer anderen und ganz bestimmten Richtung.

Um das grofse in der Bonner Durchmusterung enthaltene Material für Betrachtungen über die Konstitution des Fixsternsystems, zu dem unsere Sonne voraussichtlich gehört, verwerthen zu können, ist es von Wichtigkeit, die bereits oben erwähnte Frage eingehender zu studiren, wie sich die Helligkeiten der aufeinander folgenden Gröfsenklassen verhalten. Dafs im wesentlichen der Quotient dieser Helligkeiten konstant ist, dürfte kaum zu bezweifeln sein. Es kommt aber darauf an, zu untersuchen, mit welcher Genauigkeit dies stattfindet und welcher Art die etwaigen Abweichungen sind. Die bisher angestellten photometrischen Beobachtungen haben in der That eine geringe Abhängigkeit des genannten Quotienten von der Helligkeit selbst ergeben. Wenn dieses Verhalten der Bonner Gröfsenschätzungen genau festgestellt sein wird, dann ist die Möglichkeit gegeben, die räumliche Vertheilung der Sterne anzugeben, deren Vertheilung am Himmel die auf Grund der Bonner Arbeit ausgeführten Abzählungen zu überblicken ermöglicht haben. Hierzu ist nur die Annahme nöthig, dafs die Helligkeiten der Fixsterne im umgekehrten Verhältnisse des

Quadrates ihrer Entfernungen abnehmen. Diese Annahme ist nun fraglos im einzelnen Falle sehr gewagt und kann ganz unrichtig sein, im Mittel wird aber, wenn dieses nur aus sehr vielen einzelnen Sternen gebildet ist, in der That ein Stern in diesem Verhältnisse schwächer werden und man hat also die Möglichkeit aus dem Verhältnisse der Helligkeiten die Verhältnisse der mittleren Entfernungen der Sterne einer bestimmten Gröfsenklasse von unserem Sonnensystem anzugeben.

Eine zweite dankbare Aufgabe der Photometrie bezieht sich auf die veränderlichen Sterne. Die Thatsache der Veränderlichkeit eines Sternes darf an sich kaum ein besonderes Interesse beanspruchen, denn diese Eigenschaft kommt strenge genommen jedem Sterne zu. Wichtig ist dagegen, die Art des Lichtwechsels festzustellen, weil diese geeignet ist, die herrschenden Ansichten über die physikalische Konstitution der Weltkörper zu prüfen. Nach Zöllner sind die Fixsterne glühende Massen von sehr hoher Temperatur. Diese mufs sich infolge der eindringenden Kälte des umgebenden Weltraumes allmählich erniedrigen und alle Sterne machen diesen Abkühlungsprozefs durch. Die individuellen Verschiedenheiten beruhen darauf, wie weit dieser Prozefs vorgeschritten ist. Sobald die Temperatur bis zu einer gewissen Grenze herabgesunken ist, werden sich Kondensationsprodukte auf der Oberfläche des Körpers ausscheiden. Ob man diese nun Schlacken oder Wolken oder irgend wie anders nennen will, für die gegenwärtige Betrachtung ist nur folgendes von Wichtigkeit. Die Abkühlung des Sternes wird nicht allenthalben gleichmäfsig vor sich gehen, die Kondensationsprodukte werden demzufolge auch nicht überall gleichmäfsig auftreten, sondern in mehr oder weniger unregelmäfsiger Weise einen Theil der Oberfläche bedecken. Sie werden auch nicht in Form und Lage unveränderlich sein; einige werden nach kurzem Bestand vergehen, andere neue werden erscheinen und nur die Tendenz, sich im allgemeinen zu vermehren, wird zu Tage treten. Nimmt man weiter an, dafs diese Ausscheidungen, weil von niederer Temperatur als ihre Umgebung nothwendigerweise im allgemeinen auch eine geringere Leuchtkraft besitzen werden, dafs ferner eine Rotation des Sternes um seinen Schwerpunkt als selbstverständlich stattfindend vorausgesetzt werden mufs, so haben wir alle Bedingungen, welche die Erscheinungen erklären, die ein Veränderlicher darbieten mufs. Und zwar sind die Annahmen ausreichend, um jeden Lichtwechsel, er mag sonst beschaffen sein wie er will, zu erklären. So ist es strenge genommen nicht nothwendig, eine Veränderung der Lage der Rotationsaxe des

Sternes anzunehmen, wenngleich eine solche Hypothese geeignet ist, gewisse physische Schwierigkeiten des Erklärungsversuches abzuschwächen. Diese Erklärung Zöllners ist so natürlich, sie ist dabei so allgemein und allen Beobachtungsresultaten entsprechend, dafs durch sie der forschende Verstand vollständig befriedigt wird. Man ist deshalb berechtigt, alle andern Erklärungen abzuweisen, wenn nicht, was in speziellen Fällen denkbar wäre, andere Verhältnisse dies verlangen. Gegenwärtig ist noch kein Fall bekannt, wo dies eingetreten wäre. Bisher ist die Beobachtung der Veränderlichen meistens nach der Methode der Stufenschätzungen ausgeführt worden. Diese Methode ist auch in der That genau genug und vor allem bei der Anwendung so bequem zu handhaben, dafs man nichts dagegen einwenden kann, wenn sie auch in der Zukunft beibehalten wird. Nur wird es wünschenswerth sein, die benutzten Vergleichssterne durch exakte photometrische Methoden zu bestimmen.

Auch für die Spektralphotometrie, wenn erst ihre Methoden so ausgebildet sein werden, dafs man sie auch auf schwächere Sterne anwenden kann, bilden die Veränderlichen höchst interessante Untersuchungsobjekte. Bekanntlich ist es noch nicht festgestellt, ob sich die Lichtstrahlen verschiedener Brechbarkeit (Farbe) gleich schnell fortpflanzen. Natürlich kann es sich, wenn überhaupt, nur um kleine Differenzen handeln. Diese müfsten sich aber, wie Arago zuerst bemerkt hat, bei jedem Lichtwechsel eines Veränderlichen in einer Veränderung der Farbe zeigen. Wir wollen dies, angemessen den vorliegenden Zwecken so aussprechen: wenn rothe und blaue Strahlen nicht dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben, so wird das Maximum oder Minimum der Lichtstärke für beide Strahlengattungen auf verschiedene Zeiten fallen und diese Zeitdifferenz wird nach Mafsgabe der Entfernung des Sternes vom Beobachter wachsen. Wenn auch die Sache sehr wesentlich dadurch komplizirt wird, dafs man im allgemeinen nicht wird annehmen dürfen, alle Strahlengattungen erreichten thatsächlich, also z. B. für einen in der unmittelbarsten Nähe des Sternes gelegenen Beobachter, zu gleicher Zeit die Maximal- und Minimalbeträge ihrer Helligkeiten, so wird es doch möglich sein, mit Hülfe der Spektralphotometrie eine Klarlegung dieser Verhältnisse anzubahnen.

(Schlufs folgt.)





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

V. Der excentrische Kreis und die Epicykeln.

In dem Drange nach einer tieferen Erkenntnifs des Weltgetriebes und namentlich auch in der Ueberzeugung, welche von Anfang an in dem forschenden Menschengeist tief wurzelt, dafs die inneren Beweggründe der Erscheinungen und Vorgänge in der Natur möglichst einfache sein müssen, sah man zugleich auch die Nothwendigkeit ein, dafs man zunächst die Folge der Erscheinungen, wie sie sich unserm Auge direkt darstellt, durch Beobachtung fixiren müsse.

Am Ende ist es ja selbstverständlich, dafs man die Dinge, welche man erklären will, zunächst mit allen ihren Details kennen gelernt haben mufs. Das ist eine primitive Voraussetzung, welche jedoch leider auch heutzutage tausenden von spekulativen Köpfen nicht oft genug vorgehalten werden kann, die es unternehmen, das ganze Weltgebäude aus ihrer Phantasie heraus und mit Zuhülfenahme eines kaum nennenswerthen Materials an positiven Kenntnissen aufzubauen. Diese Weltbaumeister, welche das ganze Universum nicht selten in einer Broschüre von einigen zwanzig oder dreifsig Seiten Umfang — welcher letztere mit dem Umfang ihres Wissens in gar harmonischem Verhältnifs steht — zusammenzimmern, sind dem Astronomen von Fach eine ungemein lästige Sekte. Diese Leute hängen stets mit ganz unerschütterlichem Starrsinn an der fixen Idee ihrer Weltanschauung, und mit den Argumenten positiven Wissens ist ihnen nirgends nahe zu kommen. Eine alte Erfahrung lehrt, dafs es gänzlich vergebliche Mühe wäre, dieselben eines bessern zu überzeugen und dafs man sich trotz allen besten Willens und aller Begeisterung, gemein-

fafsliche Aufklärung über diese Gegenstände zu verbreiten, solchen Leuten gegenüber zu schmerzlicher Resignation entschliefsen und sie ihren Holzweg ruhig weitergehen lassen mufs. —

Nach dieser wohl nicht ganz unnützen Abschweifung komme ich naturgemäfs auf einen, auch für jene unberufenen Weltbaumeister wohl zu beherzigenden Ausspruch, den vor mehr als zweitausend Jahren der geistvollste aller antiken Naturforscher, Aristoteles, that. Er sagte: „Noch sind die Erscheinungen nicht hinreichend erforscht; wenn sie es aber dereinst sein werden, alsdann ist der Wahrnehmung mehr zu trauen als der Spekulation und letzterer nur insoweit, als sie mit den Erscheinungen Uebereinstimmendes giebt.“ Dieser grofse Denker war es, der zuerst mit allem Nachdruck auf die möglichst genaue Beobachtung der Erscheinungen hinwies, wenngleich leider die Hülfsmittel dazu damals noch allzusehr fehlten.

Aber es war doch unendlich viel erreicht, dafs der Geist dieser allein richtigen Methode in diesem Manne lebendig genug war, um sich auf seinen gewaltigen Schüler, Alexander den Grofsen, insofern zu übertragen, dafs derselbe nicht nur ein grofser Kriegsherr, sondern auch ein edler Gönner und Förderer aller erhabenen Wissenschaften und Künste wurde. Es hat sich dadurch allein die schöne Thatsache vollziehen können, dafs Alexander mit der Fackel des Krieges, welche er über die bekannte Welt hintrug, zugleich auch Funken hellenischer Weltweisheit überall hinausstreute, von denen ganz besonders der eine zum mächtigen Lichte in der ersten und zugleich bedeutungsvollsten Universität der Welt, Alexandrien, entflammen sollte.

Hier blühte mit den übrigen Wissenschaften auch die Astronomie schnell und mächtig empor. Nahezu hundert Jahre nach der Begründung jener Universität oder jenes Museums, wie es damals hiefs, trat dort der grofse Hipparch, der unzweifelhaft bedeutendste Astronom des Alterthums auf und revidirte zunächst mit bewundernswürdiger Genauigkeit und Ausdauer alle himmlischen Bewegungen, so weit sie seinen primitiven Beobachtungswerkzeugen zugänglich waren. Er stellte den ersten Fixsternkatalog von 1022 Sternen her, welcher heute noch als sehr erwünschter Anhaltspunkt für gewisse wichtige Untersuchungen über die Bewegungen der Fixsterne dient.

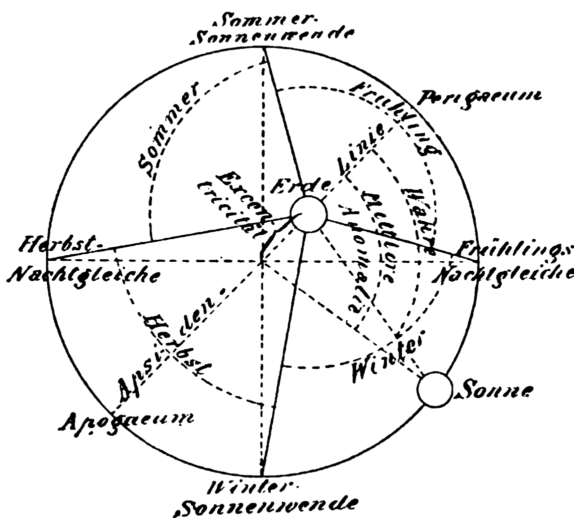
Hipparch trat ferner der Untersuchung über die Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten näher und verfolgte namentlich die von seinen Vorgängern erst näherungsweise erkannte Wahrnehmung einer bedeutsamen Eigenthümlichkeit der Sonnenbewegung

genauer, welche nothwendig die alten Prinzipien der gleichförmigen Bewegung im Kreise, wie sie die homocentrischen Sphären des Eudoxus voraussetzte, stark erschüttern mufste. Er fand nämlich, wieder mit Hülfe des ebenso einfachen als wunderbaren Instrumentes, mit welchem wir in dem vorangegangenen Kapitel die Südrichtung, die Schiefe der Ekliptik, die Polhöhe u. s. w. gefunden hatten, mit dem Gnomon, dafs die vier Jahreszeiten von ungleicher Länge sind. Es zeigte sich, dafs die Zeit zwischen der Frühlingsnachtgleiche, wenn also der Schatten des Gnomon eine bestimmte Länge besitzt, die den Eintritt der Sonne in den Himmels-Aequator bekundet, und dem Eintritt der kürzesten Schattenlänge, d. h. dem Sommersanfang, damals $94\frac{1}{2}$ Tage umfafste; dafs weiter zwischen dem Eintritt der kürzesten Schattenlänge und der Herbstnachtgleiche $92\frac{1}{2}$ Tage verflossen, von da bis zur gröfsesten Schattenlänge oder dem Winteranfang nur 88, schliefslich bis zum Frühlingsanfang 90 Tage lagen, während doch bei gleichmäfsiger Vertheilung der $365\frac{1}{4}$ Tage, nach welchen dieselben Schattenlängen-Verhältnisse wieder eintreten, auf jede Jahreszeit $91\frac{1}{4}$ Tage kommen müssten. Da nun aber die Länge des Weges, welchen die Sonne im Verlaufe jeder dieser vier Jahreszeiten, im Bogen am Himmel weiterschreitend, zurücklegt, eine völlig gleiche ist, so liefs sich diese unzweifelhaft beobachtete Ungleichheit der Jahreszeiten nur durch eine Ungleichförmigkeit der Bewegung der Sonne in ihrer Bahn erklären, d. h. sie mufs sich im Herbst und Winter schneller über das Himmelsgewölbe hinbewegen, als im Frühling und Sommer.

Aber das Axiom von der völlig gleichförmigen Bewegung der Himmelskörper, das mit der unauslöschlichen Ueberzeugung von der absoluten Vollkommenheit der himmlischen Einrichtungen eng verwachsen war, steckte, ganz besonders da es Eudoxus vorher in seinen homocentrischen Sphären so scharfsinnig zum Ausdruck und zu allgemeiner Anerkennung gebracht hatte, zu sehr im Fleisch und Blut des allgemeinsten Denkens, als dafs sich Hipparch auf Grund der gemachten Wahrnehmung von der Ungleichheit der Jahreszeiten allein hätte entschliefsen können, an eine so fundamentale Umwälzung, wie sie die Wegräumung des Axioms von der Bewegung im Kreise hervorgerufen hätte, zu denken, und er that dies um so weniger, als es noch eine andere Auskunft gab, die seltsame Thatsache zu erklären.

Wenn man nämlich die Bewegungen der Sonne gleichförmig schnell und im Kreise, dagegen um einen Mittelpunkt vor sich gehen läfst, der nicht mit dem Mittelpunkt der Erde zusammenfällt, sondern ganz aufserhalb der Erde irgendwo im freien Raum liegt, so wird in

der That eine solche Bewegung uns ungleichförmig schnell erscheinen und zwar schneller, wenn sich die Sonne in dem Theile des Kreises bewegt, welchem die Erde näher steht, und langsamer im entgegengesetzten. Die beigegebene Zeichnung wird das unmittelbar erkennen lassen. In dieser Zeichnung befindet sich der Mittelpunkt der Sonnenbewegung da, wo sich die gestrichelten Linien kreuzen, während die Erde an der Stelle gedacht ist, wo die ausgezogenen Linien zusammentreffen. Es ist auch leicht einzusehen, dafs man aus der wirklich beobachteten Veränderlichkeit der Bewegungsgeschwindigkeit durch Ausprobiren den richtigen Punkt innerhalb des Kreises ausfindig machen kann, von welchem aus gesehen unter der vorausgesetzten Hypothese der an sich gleichförmig schnellen Bewegung im Kreise, die beobachteten Bewegungseigenthümlichkeiten wirklich hervortreten. Hipparch hat das damals ausgeführt. Er nannte dabei die Richtungslinie, welche den Mittelpunkt der Sonnenbahn mit dem Mittelpunkte der Erde verbindet, die Apsidenlinie. Der der Erde nächste Punkt der Sonnenbahn, in welchem folglich die Apsidenlinie die Sonnenbahn schneidet, wurde das Perigäum, d. h. Erdnähe, der genau gegenüberliegende Apogäum, d. h. Erdferne, genannt. Die auf der Apsidenlinie gemessene Entfernung des Mittelpunktes der Sonnenbahn vom Mittelpunkte der Erde, in Theilen des Halbmessers der Bahn angegeben, nannte man die Excentrizität der Bahn, endlich die zu einem bestimmten Momente stattfindende Winkelentfernung der Sonne von dem Perigäum die wahre Anomalie, die Winkelentfernung dagegen, welche sie von dem Mittelpunkte ihrer Kreisbewegung aus einnimmt, die mittlere Anomalie. Alle diese Ausdrücke haben sich im astronomischen Sprachgebrauch erhalten. Man kann sich durch die hier



Ungleichheit der Jahreszeiten nach Hipparch.

beigegebene, übrigens nur ganz schematische, die wirklichen Verhältnisse übertreibende Zeichnung über diese Benennungen leicht orientiren.

Als Hipparch auf diese Art die Erde aus dem Mittelpunkte der Bewegung hinausrückte, ahnte er wohl nicht, von wie fundamentaler Wichtigkeit dieser Gedanke war, mit welchem er den ersten Schritt, der ja gewöhnlich der schwierigste ist, zur Ueberwindung des alten Dogmas von der dominirenden Stellung der Erde im Mittelpunkte des Weltalls, gethan hatte. Die Kraft, welche die Himmelskörper in mächtigem Schwunge über das Firmament hinführt, ging also nach seiner Ueberzeugung nicht mehr vom Körper der Erde aus, und schwerlich konnte man einen Mechanismus ausdenken, welcher etwa in der Art wie die Sphären des Eudoxus, an festen Axen mit dem ruhenden Körper der Erde verbunden und von ihr aus regiert wurde, so bald man, wie Hipparch es wirklich that, den Mittelpunkt dieser Bewegung irgendwo in den leeren Raum verlegte, in einen Punkt, der in keinerlei materieller Verbindung mit der Erde, dem vermeintlichen Centrum der Welt, stand. Denn ich füge hier gleich hinzu, dafs Hipparch auch für den Mond solche ungleichförmigen Bewegungen sehr bald nachwies und dem zufolge auch dessen Kreisbahn gegen das Erdcentrum verschob und also auch für ihn die Richtung der Apsidenlinie, die Excentrizität, Peri- und Apogäum bestimmte und ähnliche Eigenthümlichkeiten der Bewegung bei den Planeten wenigstens vermuthete.

Wenn wir uns, einen Augenblick vorgreifend, vergegenwärtigen, wie die Bewegungen der Planeten nach den mathematisch strengen Beweisen, von denen wir erst später erfahren werden, wirklich gestaltet sind, wenn wir uns also die Ellipsen mit ihren grofsen Axen, die mit den Apsidenlinien identisch sind, und ihre Excentrizität vorstellen und sie mit den excentrischen Kreisen des Hipparch vergleichen, so sehen wir sofort einen wie ungemein wichtigen Schritt dieser grofse Astronom gegen die Wahrheit hin gemacht hatte und wie ungemein viel ähnlicher seine, um das Jahr 200 vor unserer Zeitrechnung erdachte Weltansicht der unsrigen war, als der etwa 200 Jahre vor ihm zur Geltung gekommenen Ansicht des Eudoxus mit ihrem komplizirten Sphärenbau. Zwar der Urgrund der bewegenden Kraft mufste räthselhafter denn je erscheinen; nur die Mechanik selbst, diese unerklärliche Kraft einmal vorausgesetzt, war viel durchsichtiger geworden.

Aber wir haben den grofsen Hipparch noch von einer andern

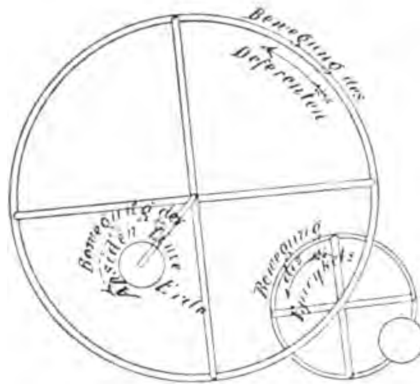
Seite zu bewundern. Er wandte sich, nachdem er die Bewegung der Sonne geregelt zu haben glaubte, dem Monde zu und erforschte dessen Bewegung mit Hilfe alter, von den Babyloniern ihm überkommenen Mondfinsternisse, die über 500 Jahre vor ihm i. J. 720 und 719 v. Chr. stattgefunden hatten. Wie wir wissen, handelt es sich beim Monde um vier verschiedene Bewegungsarten, nämlich erstens um die synodische Bewegung, d. h. die regelmäfsige Wiederkehr des Mondes in die gleiche Lage zur Sonne, zweitens die drakonische Bewegung, welche sich auf den Durchgang des Mondes durch seinen Knotenpunkt mit der Ekliptik bezieht, drittens die sogenannte siderische Bewegung, welche die Wiederkunft des Mondes zu demselben Fixsterne ausmifst und endlich viertens die Bewegung in Bezug auf die Apsidenlinie oder die jedesmalige Zurückkunft des Mondes in seine gröfste Erdnähe; denn auch die Richtung der gröfsten Erdnähe des Mondes blieb, wie Hipparch bald konstatiren konnte, ebenso wenig wie die Lage des Knotens in der Ekliptik konstant, sondern legte regelmäfsig nach jedem Umlaufe des Mondes einen bestimmten Weg am Himmelsgewölbe zurück. Nur zeigte es sich hier, dafs umgekehrt wie beim Knoten, die Apsidenlinie eine vorschreitende Bewegung hatte. Alle diese vier Bewegungen bestimmte Hipparch mit einer für seine Zeit ganz bewundernswürdigen Genauigkeit, so dafs derselbe beispielsweise den Eintritt der Vollmonde für das gegenwärtige Jahr 1889 nach Zugrundelegung der von ihm ermittelten Zahlen, folglich 2000 Jahre im Vorhinein rechnend, um kaum einen Tag falsch bestimmt haben würde.

Hipparch begann nun auch die schon auf den ersten Blick ungemein viel komplizirteren Bewegungen der Planeten zu untersuchen, von deren eigenthümlichem Laufe über die Himmelsdecke hin wir im vorigen Kapitel einige Darstellungen vor Augen gehabt haben. Aber es blieb seinem ihm geistig ebenbürtigen Nachfolger Ptolemäus vorbehalten, hierüber mehr Klarheit zu verbreiten und damit wieder einen wesentlichen Schritt vorwärts zu thun.

Das Weltsystem des Ptolemäus, welches bis zum Auftreten des Copernikus, d. h. über anderthalb Jahrtausende überall unbestrittene Anerkennung fand, entwickelte dieser berühmte alexandrinische Geometer durchaus auf Grund der so überaus sorgfältigen Beobachtungen und Berechnungen seines Vorgängers Hipparch in einem grofsen Werke, das unter dem arabischen Namen Almagest bis zur Zeit des Copernikus beinahe als eine göttliche Offenbarung verehrt wurde, an deren Aussprüchen zu zweifeln fast als ein Verbrechen galt.

Ptolemäus behielt die excentrischen Kreise des Hipparch unverändert bei, liefs aber die Planeten (mit Ausnahme von Sonne und Mond, die ja gleichfalls damals zu den Planeten zählten) nicht direkt auf den Peripherien dieser Kreise laufen, sondern bewegte auf diesem letztern wieder den Mittelpunkt eines gröfsern Kreises, auf welchem erst der Planet wirklich umlief. Um den ganzen Bewegungsmechanismus durch eine möglichst handgreifliche Konstruktion klar zu machen, erlaube man mir folgende Vergleichung.

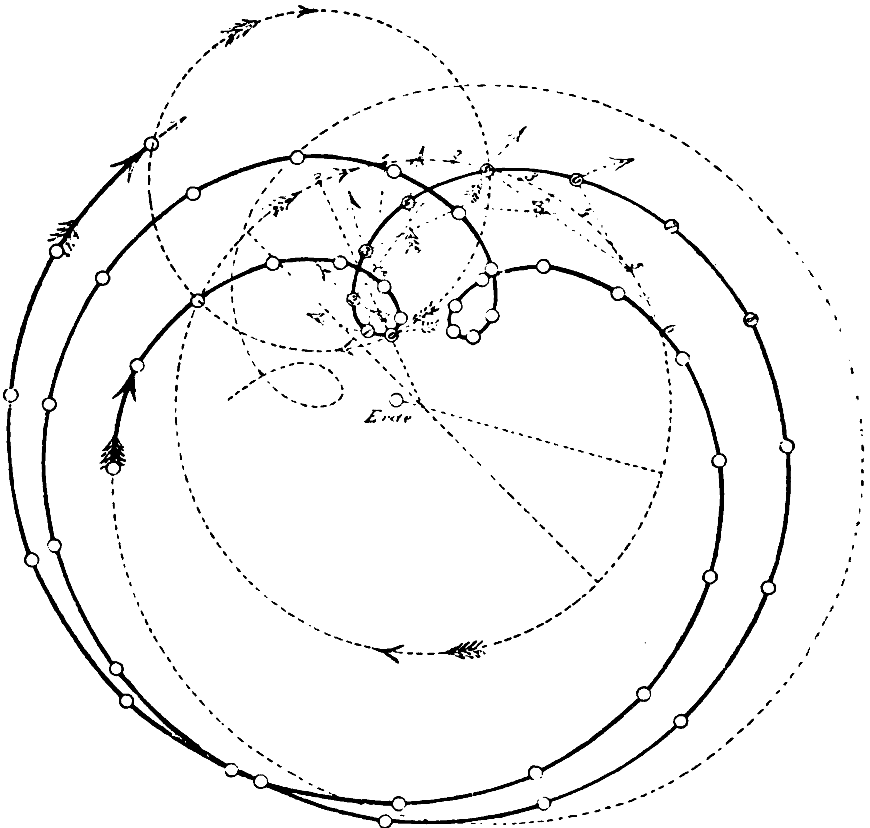
Man befestige im Mittelpunkte der Erde eine verhältnifsmäfsig kurze Stange, die so lang ist wie die Excentrizität der betreffenden Hipparchschen Kreisbahn eines Planeten. Diese Stange verbindet also den Mittelpunkt der Erde mit dem Mittelpunkt jener Kreisbahn; sie liegt genau in der Richtung der Apsidenlinie und ist ein Theil derselben. Am äufsersten Ende dieser Stange befestige man die Speichen eines ungeheuern Rades, das so grofs ist wie die Umlaufsbahn eines Planeten nach Hipparch. Wenn man nun auf dem Umfange dieses Rades einen Punkt besonders ins Auge fafst, der den Planeten vorstellen soll, und nun das Rad um jenen äufsersten Punkt der Stange dreht, so macht dieser Punkt eine Bewegung, wie Hipparch sie bei Sonne und Mond voraussetzte; eine gleichzeitige langsame Drehung der Stange mitsamt dem ungeheuern Rade um den Mittelpunkt der Erde stellt dann die Bewegung der Apsidenlinie dar. Wir haben gesehen, dafs Hipparch mit dieser Hülfskonstruktion wohl bei Sonne und Mond, jedoch nicht bei den Planeten auskam. Die Vervollkommnung seitens des Ptolemäus bestand nun darin, auf dem äufsern Rande des grofsen Rades den Mittelpunkt eines kleineren anzubringen, so dafs dieser Mittelpunkt von dem grofsen Rade im Kreise herumbewegt wurde, wie früher der Planet. Letzterer kreiste erst auf der Peripherie dieses kleinen Rades um. Der grofse Kreis, dessen Mittelpunkt in nicht allzubedeutender Entfernung von der Erde nach unserm Vergleiche an der die Excentrizität darstellenden Stange befestigt ist, wurde nach Ptolemäus der Deferent, der kleinere sich



Epicyklischer Bewegungsmechanismus.

auf ihm bewegende Kreis, welcher den Planeten trug, der **Epicykel** und danach also auch die Bewegung eine epicyklische genannt.

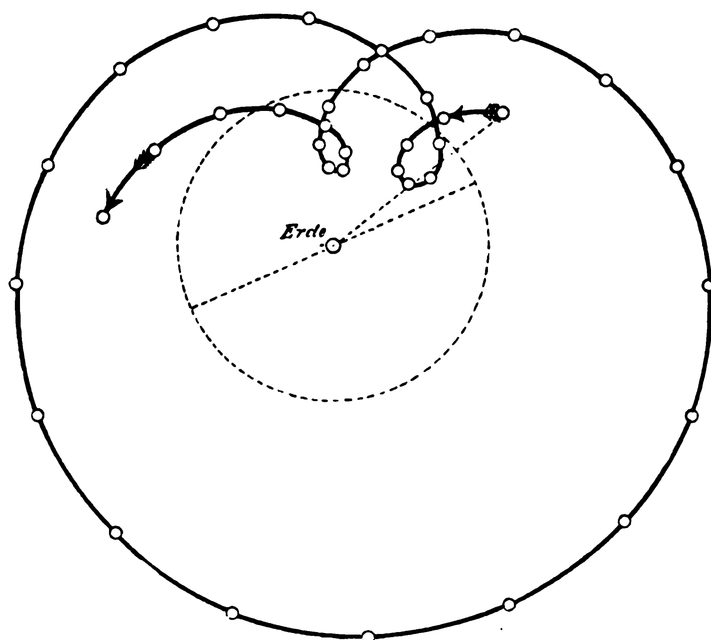
Die Zeichnung auf der vorangehenden Seite stellt den Mechanismus der epicyklischen Bewegung in jener handgreiflichen Hülfskonstruktion dar, welche wir zur besseren Anschauung im Vergleich



Bewegung des Mars nach Ptolemäus.

mit einem menschlichen Uhrwerk vorhin angewendet haben. Von den beiden sich zu Schleifen verschürzenden Kurvenlinien auf dieser und der folgenden Seite zeigt nun die erste die Bewegung, welche der Planet Mars um die Erde nach Mafsgabe der Ptolemäischen Epicykeln und derjenigen Zahlen beschreiben mufste, die uns für die betreffenden Verhältnisse und Geschwindigkeiten von jenem grofsen alexandrinischen Gelehrten überliefert worden sind. Die zweite, auf Seite 341

gegebene Zeichnung giebt dagegen die wahre Bewegung dieses selben Planeten, auf die Erde als ruhenden Punkt bezogen, wieder, wie sie nach unserm gegenwärtigen besten Wissen in den Jahren 1888—90 stattfindet. Aus der Vergleichung beider sehen wir mit Verwunderung, wie ungemein ähnlich sich beide Kurven sind und wie richtig bereits Ptolemäus das Verhältnifs der wechselnden Entfernungen des Planeten zu einander aus seiner Theorie entnehmen konnte. Im wesentlichen unterscheiden sich beide Kurven nur dadurch, dafs in der zweiten, den wirklichen Verhältnissen entsprechenden, die zweite Schleife kleiner ist als die



Wirkliche Bewegung des Mars in den Jahren 1888—90 von der Erde gesehen.

erste, während nach Ptolemäus alle Schleifen nothwendig gleich grofs werden müssen. Mit der Ursache dieser Ungleichheit werden wir uns erst später zu beschäftigen haben. [1])

[1]) Dem aufmerksamen Leser mufs es auffallen, dafs die hier wiedergegebene, den wahren Verhältnissen entsprechende Schleifenbildung des Mars im Jahre 1888 derjenigen der Form nach keineswegs entspricht, welche wir im fünften Hefte Seite 305 abgebildet haben. Man wolle dabei Folgendes in Erwägung ziehen. Die Schleifen, wie sie hier oben gezeichnet sind, erscheinen so für ein Auge, das senkrecht auf die Ebene der Marsbahn hinschaut, in welcher die Bewegung stattfindet. Fiele nun diese Ebene mit der-

Es gilt nun zunächst diese neuen Entwickelungsphasen der Anschauung vom Weltgetriebe auf ihren reformatorischen Werth zu prüfen. Denn wir dürfen nicht aus dem Auge verlieren, dafs es hier nicht unsere Absicht ist, einen Abrifs der Geschichte der Astronomie zu geben, sondern dafs wir nur scheinbar zufällig in eine Darstellung der geschichtlichen Entwickelung hineingerathen sind, während wir eine natürliche Entwickelung unserer eigenen Anschauung geben wollten, so wie sie sich nothwendig gestalten mufs, indem wir immer neue Fakten der Beobachtung in unsere vorläufigen Erklärungen einführen und diese letzteren dadurch zu modifiziren gezwungen werden.

Ich betonte besonders, dafs wir nur scheinbar zufällig in diese Geschichtsparallele bei Verfolgung dieser Aufgabe gerathen sind, denn es ist in der That kein Zweifel, dafs die geschichtliche Entwickelung der exakten Wissenschaft eine logisch fortschreitende Schlufskette bildet, die in regelmäfsigem Aufbau immer aufwärts, und niemals in schwankendem Gange wieder zeitlich hinabsinkend weiterschreiten mufste. Man könnte deshalb behaupten, dafs, wenn es auf andern Weltkörpern andere denkende Wesen giebt, welche imstande sind über die Erscheinungen am gestirnten Himmel nachzugrübeln, dieselben eine Geschichte der Astronomie besitzen müssen, deren Stufenleiter derjenigen in allen Hauptstücken gleich ist, die unsere Erde sah. Denn diese Wissenschaft der Sterne, welche uns hier beschäftigt, heftet die Gedanken aufserirdischer Wesen an die nämlichen Gegenstände und die nämlichen Bewegungen, und die Gesetze der Logik, welche in dieser erhabenen Wissenschaft ihre strengste und unbedingteste Anwendung finden und den geschichtlichen Aufbau der Weltanschauungen nothwendig regeln, herrschen ja unzweifelhaft überall, wo Geister denken. Alle diese Sterne über uns haben also ihren

jenigen zusammen, in welcher sich die Erde bewegt, so würden wir offenbar von all diesen Schleifen überhaupt nichts sehen. Es würde an diesen Stellen nur ein Hin- und wieder Zurückgehen des Mars von uns aus bemerkbar sein. Da nun aber die Marsbahn gegen die der Erde um beinahe 2° geneigt ist, so sehen wir, je nach unserer Stellung, in der Bahn die Schleife ein klein wenig von oben oder von unten, jedoch immer noch sehr verkürzt. Dieser verkürzten Schleife, wie wir sie von uns aus direkt wahrnehmen, entspricht die Figur im vorangehenden Heft.

Es sei noch hinzugefügt, dafs die in der Zeichnung auf Seite 341 angegebenen Planetenorte vom 1. Januar 1888 angefangen Intervalle von je 30 Tagen zwischen sich haben.

Copernikus, ihren Kepler und Newton oder werden ihn einstmals haben. Denn es ist kein Zweifel, dafs dieselben körperlichen Elemente und dieselben Gesetze der Natur, welche erwiesenermafsen hier und in den fernsten Gebieten des Universums walten, auch dort oben überall, wo es nur möglich ist, die schönste Frucht natürlicher Entwickelung, den Geist, erzeugen, so wie hier unten auf Erden die schaffende Natur alles umgrünt und belebt, wo nur ein geringstes Plätzchen für den kleinsten Keim des Lebendigen sich findet.

Unter diesem Gesichtspunkte der Nothwendigkeit auch der Ptolemäischen Entwickelungsstufe des Weltgedankens prüfen wir also, in welchem Sinne dieselbe der Wahrheit näher kam.

Ptolemäus hatte die excentrischen Kreise des Hipparch, wie vorher auseinandergesetzt, unverändert beibehalten, wie denn nach dem soeben Entwickelten in der astronomischen Erkenntnifs niemals ein Glied, das der Wahrheit näher kam, wieder verloren gehen konnte. Was nun Ptolemäus darüber hinaus that, indem er die epicyklischen Kreise einführte, erscheint auf den ersten Blick wohl eher als eine Entfernung von der Wahrheit. Dieses komplizirte Getriebe von zwei Rädern, von denen die Drehungsaxe des einen durch den Umfang des andern herumgetragen wird, kommt uns in der That recht seltsam vor und eine irgendwie genügende Erklärung von dem Urgrunde der Bewegungen war ja damit selbstverständlich nicht gegeben, über den nachzudenken wohl damals überhaupt als eine gänzlich unnütze Mühe galt. Hier lag also das Verdienst des Ptolemäus nicht; dasselbe bestand vielmehr hauptsächlich darin, zunächst mit der Ansicht des Sphärenbaues endgiltig aufgeräumt zu haben, wenigstens insoweit die Planeten, Sonne und Mond inbegriffen, in Betracht kamen; denn diese epicyklischen Kreise, auf welchen sich die Planeten bewegen sollten, waren mit festen durchsichtigen Sphären, an welchen diese Himmelskörper nach Eudoxus und den ältern Philosophen geheftet sein sollten, gänzlich unverträglich, da die Epicykeln sie bald beträchtlich vor, bald um ebensoviel hinter die ursprünglichen Sphären führen mufsten, welche letzteren bei Hipparch allenfalls noch im Durchschnitt als dessen excentrische Kreise repräsentirt sein mochten. Ptolemäus zertrümmerte alle diese Sphären der Planeten und liefs nur jene letzte gröfste bestehen, welche an der Grenze des Weltalls die Schaar der Fixsterne trug, deren Bewegung ja auch der aufmerksameren Beobachtung in einem genauen Kreise um den Mittelpunkt der Erde herum vorzugehen schien. Ptolemäus war es also, dessen Gedankengang es zuerst wagte eine freie Bewegung der Himmelskörper im

Raume wenigstens zu ahnen, oder denselben doch die Wege bahnte, und in dieser Beziehung war seine Lehre von ungemein reformatorischer Bedeutung; er hatte die alten starren Formen zerschlagen und eröffnete dadurch einer freieren Spekulation neue grundlegende Gesichtspunkte.

Ein fernerer grofser Vorzug des Ptolemäischen Systems lag in seiner grofsen Geschmeidigkeit, welche es erlaubte alle neuen Thatsachen der Beobachtung in dasselbe einzufügen, indem man entweder die Excentrizität oder den Halbmesser des Deferenten oder die Gröfse des epicyklischen Kreises, je nach den Erfahrungen der Beobachtung, beständig modifizirte. Auch die bald entdeckte Neigung der Planetenbahnen, d. h. die Abweichung ihrer mittleren Bewegungsrichtung von der Bahn, welche die Sonne jährlich am Himmel zurücklegt, konnte diesem System begreiflicherweise keine Schwierigkeiten bieten, da man auch diese Erscheinung leicht erzeugen konnte, indem man entweder dem Epicykel oder dem Deferenten entsprechende Neigung zur Ekliptik gab. Mit einem Worte, das Ptolemäische System war im stande, alle himmlischen Bewegungen, so weit sie damals bekannt waren, treu wiederzugeben. Man hätte ein kunstvolles Uhrwerk nach diesem Gedanken erfinden können, das, indem jedes seiner Räder sich völlig gleichmäfsig schnell bewegte, die scheinbar ungleichförmige und Schleifen bildende Bewegung der Planeten ausführte. Das System erfüllte also durchaus seinen Zweck und war überhaupt das denkbar beste für die geistige Höhenstufe der damaligen Zeit, ja konnte sogar noch für viele kommende Jahrhunderte völlig genügen.

Dieser Geschmeidigkeit verdankt das Ptolemäische System sein langes Leben. Man konnte mit Hilfe der sich immer mehr verfeinernden Beobachtungskunst und der sich gleichzeitig vervollkommnenden Methoden der mathematischen Deduktion und der numerischen Rechnung diesen künstlichen Bau des himmlischen Uhrwerks immer subtiler und komplizirter gestalten, ohne jemals auf eine unüberwindliche Schwierigkeit zu stofsen, wenigstens so lange nicht durch die Entdeckung des Fernrohrs Messungen so feiner Art möglich geworden waren, dafs dieselben uns auf direktem Wege über die Entfernungen der Himmelskörper Aufschlufs gaben. Hierdurch allein konnten die ersten völlig logisch begründeten Widersprüche gegen dieses System auftreten, wie wir späterhin sehen werden.

So war es denn begreiflich, dafs das Ptolemäische System den Verfall der berühmten Universität von Alexandrien lebenskräftig überdauerte und von den rohen muhammedanischen Eroberern Egyptens,

welche die Religion des Kaufmanns von Mekka der Welt mit ihrem Schwerte aufdringen wollten, mit hinübergenommen wurde nach Bagdad, wo die Eroberer sich sehr bald an der hohen Bildung der von ihnen besiegten und hinsinkenden hellenischen Nation selbst civilisirten, ja sogar bald mit ganz bewundernswürdiger Empfänglichkeit und Begeisterung an den überkommenen Geisteswerken weiter arbeiteten. So wird als charakteristischer Zug erzählt, dafs der 786 geborene Kalif Al Mamum als Friedensbedingung dem überwundenen griechischen Kaiser Michael II. die Uebergabe sämtlicher in seinem Besitz befindlichen griechischen Manuscripte stellte, um dieselben übersetzen lassen zu können. Unter denselben befand sich auch das mehrfach erwähnte grofse Werk des Ptolemäus, das damals Syntaxis oder Magna Constructio überschrieben war, uns aber zunächst nur durch die Fürsorge eben dieses Kalifen in arabischem Texte mit dem arabischen Titel Almagest erhalten blieb.

Dieser und die folgenden Kalifen errichteten nun bald wirkliche Sternwarten und stellten Astronomen an, welche ausschliefslich die Aufgabe hatten, dem Getriebe der himmlischen Bewegungen weiter nachzuforschen, d. h. das Ptolemäische System auszubauen.

Die Araber trugen ihrerseits die ihnen von den Griechen überkommene Civilisation in die von ihnen unterjochten Lande, ganz besonders auch nach Spanien, wo am Hofe zu Toledo bald die edlen Könige eifrige Verehrer der astronomischen Wissenschaft wurden. Hier interessirte sich auch der unglückliche Alphons X. von Castilien, der von 1223—84 lebte, für die hohe Sternkunde und liefs mit ungeheurem Aufwande die nach ihm benannten alphonsinischen Tafeln der Planetenbewegung berechnen, welche nach Zugrundelegung des Ptolemäischen Systems die Vorausbestimmung der Oerter aller beweglichen himmlischen Körper für einen beliebig gewählten Zeitmoment gestatteten.

Aber die himmlische Maschine hatte sich inzwischen unter den Händen der mit so grofsem Eifer beobachtenden und rechnenden Astronomen durch die Uebereinandersetzung immer neuer epicyklischer Kreise, welche zur Ausgleichung neu entdeckter Ungleichheiten der Bewegung dienen sollten, so ungemein verwickelt, dafs König Alphons, als ihm die gelehrten Astronomen bei Ueberreichung der Tafeln diese Maschine erklärten, in begreiflichem Unwillen die für ihn verhängnifsvollen Worte aussprach: „Wenn mich Gott bei Erschaffung der Welt zu Rathe gezogen hätte, so würde ich ihm gröfsere Einfachheit

empfohlen haben.“ Dieser unbesonnene Ausspruch wurde von den Feinden des „weisen“ Königs, als sich ein Aufstand gegen ihn erhoben hatte, benutzt, um ihn der Gotteslästerung zu zeihen.

So mufste dieser erste königliche Zweifler an dem Ptolemäischen Weltsystem zum Lohn für seine Kritik vom Throne seiner Väter herabsteigen und starb verlassen von all seinen Getreuen in der Verbannung zu Sevilla.





Der Ausbruch des Krakatau am 20. Mai 1883.

Nach einer Photographie von Olof Winkler.



Die Ausbrüche des Krakatau im Jahre 1883.

Von Dr. R. Beck, Sectionsgeolog in Leipzig; mit Bildern von Olof Winkler in Dresden.

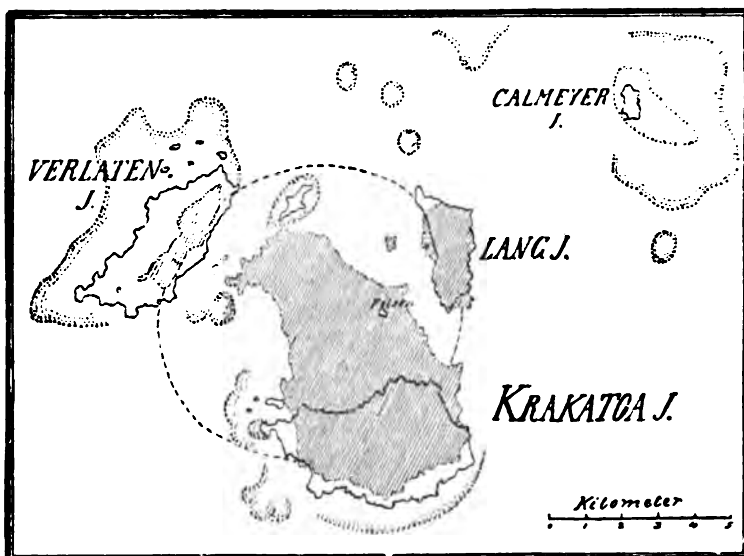
Kein vulkanisches Ereignifs in alter und neuer Zeit hat so allgemeine Aufmerksamkeit hervorgerufen, wie die grofse Katastrophe in der Sundastrasse vom Jahre 1883. Nicht nur erregten diese allgemeine Theilnahme die furchtbaren Verluste an Menschenleben, welche jene Eruption in der nächsten Umgebung ihres Heerdes veranlafste, sondern auch die merkwürdigen Erscheinungen, welche im Gefolge derselben im Ozean und im Luftmeer über das ganze Erdenrund hin verspürt wurden. Wie voraus zu sehen war, warf sich sofort die Wissenschaft mit vollem Eifer auf die Erforschung eines so tief eingreifenden Ereignisses. Der Mittelpunkt dieser höchst ergebnifsreichen und vielseitig anregenden Studien ist das im Auftrage der niederländischen Regierung verfafste Werk von R. D. M. Verbeek „Krakatau", Batavia 1885—86, welches den Ausbruch und seine Wirkungen im weitesten Sinne und besonders in geologischer Beziehung erschöpfend behandelt. Aus den dort gegebenen ausführlichen Angaben versuchen wir, eine kurze Schilderung der Eruption zu entwerfen, während die ganz eigenartigen Gefolgeerscheinungen, welche beispielsweise als „Nebelglühen" so allgemein auffällig wurden, von anderer Seite in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift behandelt werden sollen.

Verlängert man die Linien der langen Vulkanreihen von Sumatra und Java, so bezeichnet der Schnittpunkt derselben die Lage der Insel Krakatau im Eingang zur Sundastrafse. Auch eine dritte Linie, auf welcher die vulkanischen Inseln Poeloe Tiga, Seboekoe und Sebesi liegen, schneidet in ihrer südlichen Verlängerung die Insel Krakatau. Somit ist die Lage dieses Punktes, wo drei vulkanische Spalten der Erdkruste sich vereinen, von vornherein bedeutungsvoll. Dennoch hatte die Insel in historischer Zeit bisher nur einmal, 1680, eine unbedeutende Eruption erlebt. Man beachtete deshalb kaum noch diesen scheinbar erloschenen Vulkan, der ohnedies gegenüber den mächtigen Feuerbergen der nahen Küsten nur ein Zwerg war. Vor Ablauf der Ereignisse, welche nach dieser langen Ruhe und so unvorhergesehen um so erschütternder wirkten, war der Zustand der Insel Krakatau der folgende.

Krakatau war die weitaus gröfste einer aus vier Inseln bestehenden Gruppe. Auf dem 33 □km grofsen, von üppigen Wäldern bedeckten Eiland, welches nur vorübergehend von Fischern besucht wurde, konnte man drei Berggruppen unterscheiden. Alle überragte am Südende der über 800 m hohe steile Kegel des eigentlichen Krakatau, für den wir mit Verbeck im Gegensatz zur Bezeichnung der gesammten Insel die unverdorbene malayische Form des Wortes Rakáta beibehalten mögen. An den Pik Rakáta, der den Schiffern als weithin sichtbare Landmarke dient, schlofs sich nach Norden zu eine Danan genannte niedrige Berggruppe. Das Nordwestende der Insel endlich nahm

ein höckerig erscheinendes Hügelland mit vielen niedrigen Gipfeln ein, Perboewatan genannt. Hier ragte fast kahl inmitten des üppigen Urwaldes ein Lavastrom hervor, der wahrscheinlich jener letzten Eruption von 1680 entstammte. Perboewatan gegenüber lag die Insel Verlaten Eiland und die viel kleinere Poolsche Hoed, dicht nordöstlich an Krakatau dagegen das kleine Lang Eiland. Sämmtliche Inseln sind durchaus aus vulkanischem Gestein aufgebaut. Bei der Untersuchung der Lagerungsverhältnisse desselben entrollte sich Verbeek folgendes Bild von der Geschichte dieser Inselgruppe, welches wir zum Verständnifs der neuesten Eruption kennen müssen.

Im Anfang wurden aus einem in der Mitte der nachmaligen Inselgruppe gelegenen, zunächst submarinen Krater Lavaströme und lose Auswurfsmassen von Hypersthen-Andesit ausgestofsen, durch welche nach und nach ein hoher



Karte der Insel Krakatau vor und nach der Eruption vom 26. August 1883.

Vulkankegel aufgethürmt wurde. Nach einem letzten grofsen Ausbruch stürzte dieser in sich zusammen. Nur sein ringförmiges Fufsgestell blieb stehen. Als höchste Punkte dieses alten Kraterrandes, den man durch Sondirungen unterseeisch sehr gut weiterverfolgen konnte, ragen Verlaten Eiland, Lang Eiland und Poolsche Hoed aus dem Meere empor. Der Durchmesser dieses mächtigen Einsturzkraters beträgt mindestens 7 Kilometer. Er erreicht hierin noch nicht die mächtigen Einsturzkrater Tengger und Manindjoe auf Sumatra, welche die gröfsten der Erde sind. Auf der hier beigegebenen Karte zeigt der gestrichelte Kreis den ungefähren Umfang dieses alten Kraters nach den Angaben des grofsen von der Royal Society in London herausgegebenen Werkes über die Krakatoa Eruption.*)

Nach diesem Einsturz öffnete sich ganz unabhängig vom vorigen Krater ein zweiter peripherisch gelegener Schlund zu einer Seiteneruption, welche

*) Siehe The Eruption of Krakatoa. Edited by G. J. Symons. London 1888, Seite 6 u. 24. Es sei noch bemerkt, dafs die Engländer Krakatoa, die Holländer Krakatau schreiben.

ganz anderes Gestein, nämlich Feldspath-Basalt lieferte. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal desselben gegenüber dem Andesit ist der Gehalt an Olivin. Dieser lateralen Eruption verdankt der Pik Rakáta, dessen inneren Aufbau wir später kennen lernen werden, seinen Ursprung. Dieser Ausbruch war nur ein Zwischenspiel in der Entstehungsgeschichte des Hauptvulkans, und obwohl Pik Rakáta jetzt die höchste Erhebung der Insel darstellt, ist er doch eigentlich nur ein illegitimer Parasit daselbst.

Später regten sich die centralen Gewalten von neuem und erholten sich von ihrer Erschöpfung. Wiederum begannen Eruptionen aus dem Hypersthen-Andesit liefernden Heerd. Sie erfolgten aus den Kratern des Danan und Perboewatan wahrscheinlich zu wiederholten, zeitlich weit auseinander liegenden Malen, zuletzt im Jahre 1680. Die Aufschüttung der letztgenannten Berggruppen war ihre Folge. Krakatau bestand darum hierauf gerade wie das Vesuvgebirge aus einem älteren Ring, einem Einsturzkrater, der dem Monte Somma entspricht, und aus jüngeren centralen Kratern, die dem eigentlichen Vesuv entsprechen Noch mehr fällt die Aehnlichkeit mit Santorin, der bekannten Cykladeninsel, ins Auge, wo die Hauptinsel Thera und die kleineren Therasia und Aspronisi den zerrissenen Rand eines alten Einsturzkraters darstellen, während im Centrum die Kaymeni-Inseln als Gipfel jüngerer Eruptionskegel sich erheben.

So war die Lage der Dinge auf Krakatau bis zum verhängnifsvollen Jahre 1883. Die Ereignisse desselben zerfallen in das am 20. Mai beginnende Vorspiel und in die grofse Katastrophe selbst, die am 27. August eintrat.

An Bord vorbeifahrender Schiffe sah man am 20. Mai eine ungeheure weifse Dampfsäule, deren Höhe zu 11 000 m gemessen wurde, der Insel Krakatau entsteigen. Bald mischten sich schwarze Wolken in die Dampfmassen und ein Regen von feiner Asche bedeckte die Schiffe. Die Sonne erschien blau am verdunkelten Himmel. Ein unaufhörliches Geknatter, wie ganz nahes Mitrailleusenfeuer, wurde von der Insel her vernommen. Als der Donner des Ausbruchs am stärksten war, hörte man ihn bis auf 350 km Entfernung. Abends sah man, wie Blitze unaufhörlich die Pinienwolke erleuchteten. Am 26. Mai brach von Batavia eine kleine Expedition nach Krakatau auf; man landete und einige beherzte Männer drangen kühn bis nahe an den eigentlichen Heerd der immer noch im Gange befindlichen Eruption vor. Der Krater befand sich am Fufse des Perboewatan und glich einer hufeisenförmigen, von hohen Lavawänden umgebenen Vertiefung. Mit donnerndem Geräusch wirbelte die Rauchsäule aus ihm empor, breitete sich zur Pinie aus und liefs in unmittelbarer Nähe ihre Ladung von Bimstein, weiter entfernt die feinere Asche fallen, von der damals schon der gröfste Theil von Krakatau und ganz Verlaten Eiland mit dicken Schichten bedeckt war. Nach einer zu dieser Zeit von Jul. Hamburg aus Batavia aufgenommenen Photographie ist unser erstes (Titel-) Bild ausgeführt. Hinter der vorliegenden Wand von Verlaten Eiland sieht man den Krater am Perboewatan in voller Thätigkeit. Der damals herrschende Ostwind verweht die Aschenwolken. Im Hintergrund zur Linken, abseits vom Schauplatz der Eruption, erhebt sich der Pik Rakáta. Diese Aschenausbrüche hielten mit wechselnder Heftigkeit bis zum August an, und zwar war vom 24. Juni ab zeitweilig aufser dem Perboewatan noch ein zweiter Krater, am Danan gelegen, in Thätigkeit. — Immer furchtbarer dräuten die unterirdischen Gewalten. Am 26. August Nachmittags begann man in Batavia, wie überall in ganz West-Java, das Grollen eines neuen, grösseren Ausbruches vom Krakatau her zu vernehmen, welches sich Nachts bis zur Stärke ganz nahen Artilleriefeuers steigerte. Die Luft erzitterte unausgesetzt von kurzen Schwingungen, die das Hausgeräth, soweit es nicht niet- und nagelfest, in klappernde Bewegung versetzten, sodafs Niemand unter

dem unheimlichen Eindrucke dieser Geräusche zu schlafen vermochte. Am Morgen des 27. August um 7 Uhr scheuchte eine furchtbare Detonation die Letzten, welche noch zu ruhen versuchten, vom Lager. Der Kalk fiel von den Wänden, Fenster schlugen auf, und allgemach begann es zu dunkeln, bis nach 10 Uhr tiefe Finsternifs herrschte, während das ferne Geräusch allmählich verstummte. Bei Buitenzorg sah Verbeek, wie sich zuerst eine Wasserdampfschicht herabsenkte, auf welche zunächst ein Regen von feuchter, dann von trockener Asche folgte.

Mit Bangen und Zagen verfolgte man zu Batavia die Entwickelung der Ereignisse. Noch wusste man nicht, wo der Schauplatz dieses neuen vulkanischen Ausbruches sich befand. War es einer der südlich von Batavia auf Java selbst gelegenen Vulkane, der in so entsetzlicher Weise seine Eruption ankündigte? Oder kamen die furchtbaren Töne wieder von dem fernen Krakatau? Man konnte es nicht glauben. Und doch war diese weit abgelegene Insel der Schauplatz des gigantischen Ringens entfesselter Naturkräfte, deren Kampfgetöse man vernahm. Was war auf dem kleinen Eiland geschehen? Es mag hier die lebhafte Schilderung des Herausgebers gegenwärtiger Zeitschrift folgen, welche derselbe in einer Sammlung feuilletonistischer Aufsätze veröffentlichte (Spaziergänge etc., Wien 1885, Seite 102 u. f.):

„Das ist ein unbeschreiblich furchtbarer Kampf der beiden feindseligen Elemente, zwischen Feuer und Wasser gewesen, als der Vulkan inmitten seiner entsetzlichen Arbeit, durch diese selbst unterwühlt, in sich zusammenfiel und feuerspeiend unter das Meer versank. Das Wasser stürzte mit gieriger Wuth in den glühend flüssigen Schlund hinab; zischend und brodelnd verwandelte es sich augenblicklich in ungeheuere Dampfmengen, die in mächtiger Dampfspannung sich mit dröhnendem Krache befreiten, Feuer, flüssige Lava, glühende Steine und ein grosses Stück Meer mit sich zu den Wolken emporschleudernd. Feuerströme stiegen vom Himmel auf und ab, und nur sie erleuchteten die schwarze Nacht, die statt sonnigen tropischen Tages erstickend schwer über Land und Meer lagerte. . . . . Am folgenden Morgen ging in Batavia die Sonne verhüllt in rostig blutiger Farbe auf. Schwarze Rauchwolken stürmten in immer dichteren Schaaren vom westlichen Horizont herauf. Ein schwerer Regen von Asche, Schwefel und Staub fiel über die Stadt herab und um Mittag war sie in undurchdringliche Dunkelheit gehüllt. Jede Beschäftigung stockte. Eingeborene und Europäer wurden von Furcht und Entsetzen ergriffen. Um diese Zeit strömte eine 17 Fufs hohe Welle vom Meere ins Land hinein und hiefs die Flüsse zurück zu ihren Quellen fliefsen. Zwei Stunden später kam eine zweite und höhere Welle. Sechs und dreifsig Stunden lang blieb Batavia in Dunkelheit gehüllt. Das ist ein Bericht von der unmittelbaren Wirkung der Katastrophe aus zwanzig geographischen Meilen Entfernung. . . . ."

Weit schlimmer erging es indefs den näher an der Ausbruchstelle gelegenen Gegenden. In Serang fielen erst Bimsteinbrocken, dann Asche, welche zu einem völligen grauen Schlamm durchweicht war, endlich die trockene Asche, die auch hier bis 2 Uhr tiefe Finsternifs verbreitete. An einzelnen Orten, wie zu Tjanti auf Sumatra war die nach Schwefel riechende Asche so heifs, dafs sie auf der Haut Brandwunden erzeugte. Hier erschien der darauf folgende Schlammregen fast wie eine Erquickung.

Die wichtigsten Aufzeichnungen über die damaligen Ereignisse wurden auf Schiffen gemacht, die sich gerade in der Sundastrafse befanden. Den Beginn des Ausbruchs konnte man am Nachmittag des 26. August von der „Medea" aus beobachten und hierbei die Höhe der Rauchsäule auf 27 km ab-

schätzen. Ueber den weiteren Verlauf berichtet Kapitän Watson vom Schiffe „Charles Bal", welches am 26. August um 5 Uhr Nachmittags von einem Hagel heifser Bimsteinstücke überschüttet wurde, dem ein Aschenregen folgte. Abends sah er von der elf englische Meilen entfernten Insel Krakatau unter furchtbarem Getöse Feuerstreifen auf- und absteigen, welche die Wurfbahnen glühender Bimsteinblöcke bezeichneten. Heifs und stickend, von Schwefelgeruch erfüllt, wehte die Luft vom Vulkane her. Um Mitternacht erhob sich ein heftiger Wind. Die fortdauernde dichte Finsternifs wurde häufig von Blitzen erhellt, und überall im Takelwerk des Schiffes sah man St. Elmsfeuer glimmen. Am 27. August gegen 11 Uhr Vormittags erfolgte eine furchtbare Detonation, nach welcher erneute Finsternifs hereinbrach und unter dem fortdauernden Gebrüll des Vulkans ein Regen von Schlamm und Asche niederfiel. Unmittelbar hierauf sah man vom „Charles Bal" aus eine ungeheure Woge heranlaufen, welcher zwei andere weniger hohe nachfolgten.

Die Ursache dieser Wogen war, wie oben schon angedeutet, der Einsturz des gröfsten Theiles der Insel Krakatau. Schon am 26. und am 27. früh war die See wiederholt erregt worden. Die Woge von ungefähr 10 Uhr 30 Minuten am 27. August war die stärkste. Diese Sturzwelle vernichtete an der nahen Küste zahlreiche blühende Ansiedelungen und forderte das Opfer vieler Tausende von Menschenleben. Sie wurde auf der ganzen Nordküste von Java verspürt, auf der Südküste bis Tjilatjap, auf der Ostseite von Sumatra bis zum Flufs Toelang-Bawang, auf der Westseite bis Ajer Bangies. Die Höhe derselben richtete sich natürlich nach der Beschaffenheit der betreffenden Ufer. Sie betrug z. B. am Leuchtthurme des Vlakke Hoek 15 m, bei Teloeq Betoeng 24,7 m, auf Dwars in den Weg und bei Anjer (48 und 53 km vom Krakatau) jedoch 36 m. Die Gewalt der Sturzwelle war stellenweise eine furchtbare. Bäume und Häuser wurden fortgespült, schwere Korallenblöcke vom Meeresgrunde ans Land geworfen. Doch nicht allein am Gestade der Sundainseln verspürte man diese Woge. Sie pflanzte sich vielmehr, wenn auch in weit geringerer Höhe und ohne Verheerungen anzurichten, über ausgedehnte Meeresräume fort. Den ganzen Indischen, den Stillen und einen Theil des Atlantischen Ozeans hat sie durchlaufen. Aus ihrer beobachteten Fortpflanzungsgeschwindigkeit konnte man nach den Lagrangeschen Formeln die mittlere Tiefe des Meeres auf der von ihr durchlaufenen Strecke berechnen. So fand man z. B. für die Strecke zwischen Krakatau und Süd-Georgia eine Geschwindigkeit von 249 m in der Sekunde und berechnete daraus für den durchlaufenen Meerestheil die beträchtliche mittlere Tiefe von 6340 m. Dies ist eins der vielen Beispiele dafür, wie die Erforschung dieses vulkanischen Ereignisses auch auf andere Gebiete der Wissenschaft anregend wirkte.

Die Verwüstung durch die Sturzwelle traf namentlich die Städte Merak, Anjer und Tjaringin auf Java, welche Krakatau gegenüber in flachen Niederungen gelegen waren. Sie wurden gänzlich zerstört. Auf den Inseln Sebesi und Seboekoe wurden sämmtliche Bewohner vernichtet. Auch der Distrikt Ketimbang auf Sumatra litt schwer. Im ganzen gingen bei der Katastrophe 36417 Personen zu Grunde, 165 Niederlassungen wurden völlig, 132 theilweise zerstört.

Auf ausserordentlich weite Fernen hin wurden die Detonationen des grofsen Ausbruches vernommen, wie es bisher ohne Beispiel war. Hierbei wiederholte sich die schon bei der Maieruption beobachtete Erscheinung, dafs das Geräusch in weiter vom Ursprung entfernt gelegenen Gegenden vielfach besser gehört wurde, als in der unmittelbaren Umgebung des Vulkanes. Wahrscheinlich hat man die Ursache in dem im nächsten Umkreis am dich-

testen fallenden Aschenregen zu suchen, welcher die Fortpflanzung der Schallwellen aufhalten konnte. Der Schall vom 27. August wurde vernommen bis zu den Philippinen, bis Saigon in Cochinchina, bis Singapore, den Nicobaren, Andamanen, Ceylon, der Keeling Insel und bis Perth in Südwest-Australien, also in einem Umkreis, dessen Radius 30° = 450 geographische Meilen beträgt. Hätte sich die Explosion beispielsweise bei Berlin ereignet, so würde man sie einerseits noch in Petersburg, andererseits in Cairo oder Lissabon und beinahe bis hinauf nach Island, also über ganz Europa gehört haben.

Die Masse des ausgeworfenen Bimsteins und der feineren Asche war eine ungeheure. Verbeek schätzt dieselbe auf mindestens 18 Cubikkilometer. Namentlich zwischen Sebesie und Krakatau war der Meeresboden damit bedeckt. Dort, wo früher das Meer im Mittel 36 Meter Tiefe besafs, fand man nur noch 6 Meter. Die höchsten Punkte der dort angehäuften horizontal geschichteten Auswurfsmassen ragten als neugebildete flache Inseln über dem Meeresspiegel hervor. Die gröfsten derselben, welche indessen sehr bald wieder von den Wogen abgetragen wurden, wurden Steers und Calmeyer Insel benannt. Lange war die Sundasee mit schwimmenden Bimsteinmassen bedeckt, welche die Schifffahrt vielfach hinderten.

Die Hauptmasse der ausgeworfenen Asche bestand zwar aus Splitterchen von porösem Glas infolge der sehr raschen Erstarrung des vulkanischen Schmelzflusses, daneben aber enthielt sie auch Kryställchen von Hypersthen, von Feldspath und Magneteisen. Somit besafs auch das im Jahre 1883 von Krakatau hervorgebrachte Gestein, wie die Lava der zuletzt vorausgegangenen Eruptionen, die Zusammensetzung eines Hypersthen-Andesites. Das isolirte Vorkommen der einzelnen Bestandtheile dieses Gesteines in der Asche ermöglichte äufserst werthvolle petrographische Untersuchungen. Ueberraschend und von weitgehender wissenschaftlicher Bedeutung war besonders der von Verbeek gelieferte Nachweis, dafs in der Asche aufser etwas Sanidin sämmtliche triklinen Feldspäthe vom Anorthit bis zum Albit vorhanden sind, und dafs sowohl die rhombische, wie die monokline Form des Hypersthen darin vorkommt.

Die Veränderungen auf Krakatau, welche durch die Eruption herbei geführt waren, stellten sich als sehr tiefgreifende heraus. Von der ganzen Insel war nur allein die Südhälfte des Pik Rakáta übrig geblieben. An Stelle der Nordhälfte des Berges und da, wo sich die Hügel des Danan und Perboewatan erhoben, befindet sich jetzt das Meer mit 100—300 Meter Tiefe. Auch zwischen Krakatau und seinen beiden oben erwähnten Nachbarinseln, sowie dicht östlich am Pik hat das Meer eine viel gröfsere Tiefe erlangt. Auf unserer Karte (S. 348) bezeichnen die schraffirten Flächen den ehemaligen Zustand der Insel, die voll ausgezogenen Linien stellen den gegenwärtigen Umrifs dar. Was war mit diesen verschwundenen Landmassen geschehen? Gegen die Annahme, dafs sie infolge der zahlreichen Explosionen zersprengt, zerstückelt und in die Luft geschleudert wurden, spricht der Umstand, dafs in den Auswurfsmassen die doch wohl erkennbaren Gesteinsfragmente des basaltischen Pik Rakáta nirgends vorgefunden wurden. Vielmehr mufs der Vorgang sich auf folgende Weise abgespielt haben. Infolge der ungeheuren Menge der in Form von Bimstein und Asche ausgeworfenen Lava mufs unter den Kratern Danan und Perboewatan ein grofser Hohlraum entstanden sein, in welchem die Lava, je nach der bald höheren bald niedrigeren Spannung der in ihr enthaltenen Wasserdämpfe auf- oder absteigende Bewegungen ausführte. Jedesmal, wenn die Lavasäule empordrang, mufs sie grofse Partien der über ihr sich wölbenden alten Kraterwand abgeschmolzen haben. Beim immer tieferen Zurück-



Die Insel Krakatau nach der grossen Eruption. Nach einer Photographie gezeichnet von Olof Winkler.

sinken der Lava nach jedem weiteren Verlust von ausgestofsenen Massen fand endlich der so geschwächte feste Mantel des Vulkans in sich selbst nicht mehr genügenden Halt. Ein Einsturz erfolgte. In demselben Augenblick ergoss sich die See in die so entstehende Höhlung und mischte sich mit der noch flüssigen Lava des Innern. Die hierdurch entstehende plötzliche und mächtige Dampfentwicklung verursachte die letzten und stärksten Explosionen. Die in feinste Theilchen zerspratzte Lava wurde zugleich mit Wasserdampfmassen ausgestofsen und fiel nach deren Condensation in höheren Luftschichten mit Wasser vermischt als Schlamm nieder. Dem grofsen Einsturz aber verdankt die grofse Sturzwelle ihre Entstehung.

Die soeben nach gewissenhaften Beobachtungen in ihren einzelnen Phasen geschilderte Katastrophe ist wissenschaftlich von sehr grofser Bedeutung. Liegt doch hier das Beispiel eines in historischer Zeit und fast unter den Augen wissenschaftlicher Beobachter gebildeten Einsturzkraters vor. Die früher von den Geologen versuchte Erklärung gar vieler Vulkanruinen findet hierdurch volle Bestätigung. Sehr lehrreich ist auch das durch die Spaltung des Pik Rakáta entstandene natürliche Profil. Eine fast senkrechte über 800 Meter hohe Steilwand erlaubte nach der Eruption einen völlig ungehinderten Einblick in den inneren Aufbau des parasitischen Vulkanes. Die Ansicht dieser Bergwand hat Herr O. Winkler in vortrefflicher Weise aus einem Tonbild und einer mehr von der Nähe aufgenommenen Photographie des Verbeekschen Werkes combinirt. (S. das Bild auf der vorangehenden Seite.) Man erkennt trotz des kleinen Mafsstabes ganz deutlich, wie der Berg aus sattelförmig zur Linken und zur Rechten abfallenden Schichten besteht. Es sind Bänke von basaltischen Aschen und Lapilli, die mit Strömen von festem Basalt wechsellagern. Der Krater selbst ist nicht sichtbar, aber aus jener sattelförmigen Schichtenstellung kann man schliefsen, dafs der grofse Rifs durch den Berg nahe am Kraterschlund vorbei gegangen ist. Dagegen sind links unter dem Gipfel mehrere als lichte Linien hervortretende Basaltgänge zu sehen, welche die Schichten schräg durchbrechen. Diese Gänge sind von unten her mit basaltischer Lava ausgefüllte Spalten, welche in den Mantel des Kegels noch während seiner Aufschüttung einrissen. Ein fast senkrecht unter dem Gipfel aufsteigender Gang dagegen, welcher mit einem mächtigen in die Aschenschichten eingequetschten Lavaklumpen endigt, besteht aus Hypersthen-Andesit und drang demnach erst später in den Berg von unten her ein. Zur Linken an der Bergwand sieht man die Schichten des Rakáta auf viel flacher gelagerten Massen ruhen. Dieses Fufsgestell des Vulkans besteht aus Andesit und ist ein Stück Rand vom ältesten Einsturzkrater des Krakatau, gerade wie Verlaten und Lang Eiland. Das im Vordergrunde liegende niedrige Riff endlich ist eine der ephemeren aus lockeren, horizontal geschichteten Massen gebildeten Inselchen. Seine Oberfläche wird von den zuletzt ausgeworfenen Schlammmassen gebildet, welche beim Austrocknen netzförmige Schwundrisse erhalten haben.

Bei der hier geschilderten Eruption liegt einmal der seltene Fall vor, bei dem man nachweisen kann, dafs Meerwasser Zutritt zu dem feurigflüssigen Kern eines Vulkanes erhalten hat und dafs dadurch ein besonders starker Ausbruch hervorgerufen wurde. Indessen darf man nicht, wie früher oft geschehen, daraus den allgemeinen Schlufs ziehen, dafs alles in der Lava in Dampfform enthaltene Wasser von der Erdoberfläche stamme. Der gröfste Theil der in den Laven eingeschlossenen Wasserdämpfe kann nicht von aufsen hineingelangt sein, ebenso wenig, wie die grofsen Mengen der darin absorbirten Kohlensäure. Dafs aber die eingeschlossenen Gase in der That bei

Eruptionen die Haupttriebkraft liefern, bewiesen namentlich die letzten Phasen beim Ausbruch des Krakatau.



Fluthwellen in der Ostsee und an den Küsten deutscher Kolonialgebiete.

Von Admiralitätsrath Rottok in Berlin.

Wenn wir an die verheerenden Stofswellen denken, welche das Erdbeben von Lissabon am 1. November 1755, das Japanische Erdbeben am 23. Dezember 1854, die Erderschütterungen bei Arica am 13. August 1868 und bei Iquique am 9. Mai 1877 oder die vulkanische Eruption des Krakatao in der Sunda-Strafse am 26. und 27. August 1883 begleiteten, welche grofse Küstenstrecken total verwüsteten und zerstörten und denen Tausende von Menschenleben zum Opfer fielen, so kann es eine gewisse Beunruhigung hervorrufen, dafs auch unsere heimathlichen Gestade von ähnlichen Wellen, wenn auch bisher von weit geringeren Dimensionen und harmloserer Wirkung, heimgesucht werden, wie sie im verflossenen Jahre in der Nacht vom 16. auf den 17. Mai in einem Theile der Ostsee sich gezeigt haben.

Schon früher sind dergleichen Erscheinungen, bestehend in einem plötzlichen Anschwellen des Meeresniveaus und mehreren den Strand überfluthenden Wellen zu wiederholten Malen in der Ostsee beobachtet worden und den Küstenbewohnern unter dem Namen „Seebären" bekannt, doch sind die darüber gemachten Aufzeichnungen und Berichte zu knapp und lückenhaft, um ein klares Bild von dem Vorgange und genügenden Aufschlufs über die Natur desselben zu geben. Um so höher ist das Verdienst des Professor Credner zu Greifswald zu stellen, wenn derselbe über den „Seebären" des vergangenen Jahres das Material in möglichster Vollständigkeit zum Theil durch persönliches Bereisen der betroffenen Küstenpunkte, zum Theil durch eingezogene Erkundigungen bei geeigneten an jenen und den angrenzenden Küsten wohnenden Persönlichkeiten gesammelt und einer eingehenden Betrachtung unterworfen hat (III. Jahrgang der Geographischen Gesellschaft zu Greifswald, 1888).

Hiernach ist die Erscheinung nur an der Küste zwischen Travemünde und Rügen, und zwar auch nicht in der ganzen Ausdehnung derselben, sondern nur an einzelnen durch mehr oder minder grofse Abstände von einander getrennten Strecken aufgetreten, nämlich im Hafen von Travemünde, in der Wismarschen Bucht und bei Brunshaupten, an dem östlichen Theil der Mecklenburgischen Küste von Müritz bis zum Dars und schliefslich an der Westküste von Hiddensöe; schwache Ausläufer der letzten Fluthwellen machten sich an der gegenüberliegenden Festlandsküste bei Zingst und Pramort und in dem Binnengewässer zwischen Hiddensöe und Rügen, beim „Wittower Posthaus", bemerkbar.

Zeit und Form des Auftretens an den einzelnen Punkten oder Strecken war verschieden.

In Travemünde wurden in der Zeit von 9 bis 1 Uhr Nachts nur plötzliche Schwankungen des Wasserstandes bis zu 10 cm Höhe an dem selbstthätigen Pegel wahrgenommen.

In der Wismarschen Bucht wurde das nördlich der Insel Poel stehende Schiff Capella um 2 Uhr Nachts bei starkem Gewitter plötzlich mehrere Male hinter einander heftig auf die Seite geschleudert, nachdem unmittelbar vorher im Wasser ein eigenthümliches „Gesäusel" bemerkt worden war. In Bruns-

haupten sind bereits am Abend um $7^1/_2$ Uhr auffällige Fluthbewegungen „in Form mehrerer Wellen und danach aufserordentlich bewegter See“ beobachtet worden.

Ueber das Auftreten der Erscheinung auf der Strecke Müritz-Dars lauten die Berichte ziemlich gleichartig. Bei Müritz stieg das Wasser um $2^1/_2$ Uhr Nachts „mit einem Ruck“ über 1 Meter, nach 10 bis 15 Minuten fiel es auf seinen alten normalen Stand zurück, um nach Verlauf von weiteren 10 Minuten noch einmal 5 Minuten lang fast zu derselben Höhe sich zu erheben. In Wustrow stieg um dieselbe Zeit das Wasser um fast 2 Meter und trat über 20 Meter in das Dünengebiet hinein; es behielt diesen Stand ungefähr eine Viertelstunde lang. Von folgenden Fluthwellen ist nicht die Rede.

In Ahrenshoop dagegen wurden nach einem plötzlichen Anschwellen der See noch zwei den Strand überspülende Fluthwellen beobachtet. Die unerwartet und ohne vorher wahrnehmbare Ursachen eintretende Niveauerhebung überraschte einige am Strande arbeitende Fischer derart, dafs es ihnen nicht gelang über den 40 Schritt breiten Vorstrand trockenen Fufses auf die Dünen zu entkommen. Boote und Netze wurden landeinwärts bis an die Dünen herangeschleudert. Am Ufer gelagerte Fische wurden weithin über den Strand verschwemmt. Nachdem das Wasser nach wenigen Minuten seinen normalen Stand wieder eingenommen hatte, brach eine $1^1/_2$—2 Meter hohe Welle brandend über den Strand herein, und nach 10 Minuten eine zweite aber kaum halb so hohe Welle.

Die Westküste der Insel Hiddensöe wurde zwischen 3 und $3^1/_2$ Uhr Nachts von dem Phänomen erreicht; in zwei Fischerdörfern, Plogshagen und Vitte, wurde es beobachtet. Der aus ersterem Orte eingegangene Bericht spricht ohne nähere Bezeichnung nur von mehreren, plötzlich gegen die Düne heranstürmenden hohen Wellen, welche die auf den Strand gezogenen Boote etwa 30 Schritt landeinwärts schleuderten und dieselben mit Wasser und Sand füllten. Bei Vitte dagegen wurden zwei nach Schätzung fast 2 Meter hohe Seen wahrgenommen, die aus Nordwest kommend in kurzer Pause auf einander folgten und von denen jede aus 3 Wellen bestand. Eine Stunde später, ungefähr um $4^1/_2$ Uhr Morgens, gelangten zwei unmittelbar auf einander folgende Wellen von etwa 50 und 25 Centimeter Höhe aus derselben Richtung an dem Festlandsstrande bei Zingst an, welche noch östlich bis Pramort beobachtet wurden, an letzterem Ort aber nur noch in der halben Höhe. Beim Wittower Posthaus erfolgte gegen 4 Uhr Morgens ein schnelles Auflaufen des Wassers von über 90 Centimeter. Nach 6 Minuten fiel das Wasser wieder, es traten jedoch jetzt beständige Schwankungen des Meeresniveaus ein, welche an Dimensionen allmählich abnehmend, bis gegen 11 Uhr Vormittags anhielten; wahrscheinlich haben sich hier in der durch die Insel Rügen eingeschlossenen engen Meeresstrafse eine Art stehender Wellen gebildet, welche jene Oscillationen erzeugt haben, wie dies auch die Ursache der anhaltenden Wasserstandsschwankungen in Travemünde sein dürfte.

Der Richtung der Fluthwellen wird nur in den Berichten von der Westküste Hiddensöes, von Zingst und Ahrenshoop Erwähnung gethan, die ersteren beiden bezeichnen dieselbe als eine nordwestliche, der letztere als eine südwestliche.

Ueber den Zustand der Atmosphäre und der See vor und nach dem Phänomen sind die Berichte fast alle gleichlautend. Volle Ruhe herrscht in der Luft, nur ganz leichte Luftzüge, meist aus östlicher Richtung, werden an einzelnen Plätzen bemerkt, die See ist dementsprechend glatt oder nur ganz leicht gekräuselt. Während oder unmittelbar vor dem Auftreten der Fluth-

wellen wird von mehreren Plätzen, wie von Müritz und Vitte, ein Umspringen des Windes von Ost auf West gemeldet; von Vitte wird hinzugesetzt, dafs nach dem Abschlufs des Phänomens der Wind seine alte Richtung wieder einnahm.

An zwei Plätzen, welche allerdings nicht selbst von den Fluthwellen betroffen wurden, aber in der Nähe solcher Orte lagen, nämlich in Althagen bei Ahrenshoop und auf der Fähr-Insel bei Hiddensöe, wurde eine plötzliche Steigerung der Windstärke bemerkt, die sich in Form heftiger, aber nur kurze Zeit dauernder sturmartiger Böen (aus WSW. bis W.) kund that, welche die Bäume „bis zum Brechen“ schüttelten.

In Ahrenshoop und in Vitte ist ferner ein eigenartiges Geräusch vor Eintritt der Fluthererscheinung gehört worden, an ersterem Ort ein knallartiges Getöse von der See her, an letzterem ein starkes Geräusch aus westlicher Richtung, als ob ein kräftiger Sturm im Anzuge sei.

In fast allen Berichten wird eines starken, mit heftigen elektrischen Entladungen verbundenen Gewitters erwähnt, welches am westlichen Horizont von Süden nach Norden ziehend, sich während der ganzen Nacht bemerklich gemacht hat.

Bemerkenswerthe Störungen in der Atmosphäre wurden bei Wustrow beobachtet; hier zeigte der Thermograph der Normal-Beobachtungsstation zwischen 2 und 3 Uhr Morgens eine für diese Zeit ungewöhnliche rasche Temperaturzunahme von 9,9° auf 10,7° C., sowie der Barograph eine sprungförmige Erhöhung des Luftdruckes von 756,6 Millimeter auf 757,5 Millimeter.

Diesen abnormen Vorgängen in der Atmosphäre legt Professor Credner eine besondere Bedeutung bei, indem er abweichend von der herrschenden Ansicht, nach welcher die als Seebären bezeichneten Fluthbewegungen der Ostsee seismischer Natur und als Seebeben oder Stofswellen zu betrachten sind, jene Störungen im Luftmeere denselben als ursächlich zu Grunde legen will.

Die Aehnlichkeit der Fluthwellen mit anderen nachweislich seismischen Wellen legt es allerdings sehr nahe, dieselben auf denselben Ursprung zurückzuführen, doch fehlen hier, wie auch bei fast allen früheren Seebären, alle Anzeichen oder Begleiterscheinungen einer wirklich stattgefundenen Erderschütterung. Von keinem Punkt der angrenzenden Küsten sind irgendwelche Erschütterungen des Bodens gemeldet worden. Die Fernwirkung eines Erdbebens entlegener Gebiete als vorliegend anzunehmen, verbietet das lokale Auftreten der Erscheinung an isolirten, von einander getrennten Küstenstrecken. Nach Credner liegt hier überhaupt kein einheitliches Phänomen vor, sondern jede der an den verschiedenen Küstenpunkten oder Strichen aufgetretenen Fluthererscheinungen verdankt ihren Ursprung einer besonderen plötzlichen und lokalen Störung des Wasserstandes der Ostsee, und zwar sind diese Störungen durch atmosphärische Einflüsse hervorgerufen.

In dieser Auffassung und speziell in der Vermuthung eines genetischen Zusammenhanges zwischen den Fluthererscheinungen und dem Auftreten des Gewitters in jener Nacht wird Credner besonders dadurch bestärkt, dafs gerade und fast ausschliefslich nur die gegen diese Gewitterbahn exponirten, also parallel zu derselben gerichteten oder gegen sie vorragenden Küstenstriche von den Fluthwellen betroffen sind, dafs die Fluthererscheinung entsprechend der Bahn des Gewitters im Osten und Nordosten später aufgetreten ist als im Westen und Südwesten und dafs die Zeit des Auftretens auf offener See (an Bord der Capella) mit der Zeit der gröfsten Heftigkeit des Gewitters an dieser Stelle zusammenfällt.

In den Berichten über die früheren Fälle von Seebären finden sich auch

einzelne Angaben über sie begleitende atmosphärische Störungen, doch sind dieselben zu lückenhaft und ungenau, um daraus über den ursächlichen Zusammenhang mit dem Phänomen selbst sichere Schlüsse ziehen zu können. Ebenso wenig liegen aber mit Ausnahme eines einzigen Falles, nämlich der Fluthererscheinung am 1. November 1755 im Lübecker Hafen, welche mit dem gleichzeitigen Erdbeben zu Lissabon zusammenhängt, irgendwelche Erscheinungen oder Anzeichen seismischer Vorgänge vor, durch welche der Beweis eines solchen Ursprungs zu erbringen wäre. —

Auch aus dem Bismarck-Archipel und dem Kaiser Wilhelms-Land sind Nachrichten eingegangen[1]) über Fluthwellen, welche am 13. März v. J. die dortigen Küsten heimgesucht haben und gröfsere Zerstörungen im Gefolge hatten und denen leider auch zwei deutsche Forscher, von Below und Hunstein, zum Opfer gefallen sind. Die behufs Aufsuchung dieser verschwundenen Herren nach der Westküste Neu-Pommerns entsandte Expedition fand an dem Lagerplatz am Strande, welchen die Vermifsten an dem verhängnifsvollen Morgen innegehabt hatten, aufser einigen mit dem Messer abgeschnittenen Bambusstäben keine Spur mehr. Seesand, Steine und Geröll bedeckten das frühere Niveau des Strandes über 4 Fufs hoch. Die an dem Morgen des genannten Tages über diesen Theil Neu-Pommerns hereinbrechende Fluthwelle hat die früher mit dichtem Walde bestandene Küste in einer Breite von ungefähr 1 Kilometer vollständig rasirt, auf vielen Strecken versumpft und mit über einander gestürzten Bäumen, abgebrochenen Korallenfelsen, Seesand und einer Menge faulender Fische bedeckt. Die Höhe der Welle betrug nach den angestellten Messungen 12 Meter.

Weitere Meldungen über beobachtete Fluthwellen liegen aus dem Nordosten Neu-Pommerns von Matupi, sowie aus Kaiser Wilhelms-Land von Hatzfeldt-Hafen und Kelana, der neu gegründeten Pflanzungsstation bei Kap König Wilhelm vor. An letzterem Orte wurden am 13. März Morgens von $6^1/_2$ Uhr an, bei windstillem, trübem Wetter 20 in Intervallen von 3 Minuten aufeinander folgende Wellen beobachtet. Dieselben kamen aus nordöstlicher Richtung und drangen 25 bis 35 Fufs in das Land ein. Atmosphärische oder andere auffällige Naturerscheinungen sind nicht bemerkt. Am 14. März Morgens war die Küste weithin mit Bimssteinstücken bedeckt.

In Hatzfeldt-Hafen wurde an demselben Morgen um 6 Uhr in nordnordöstlicher Richtung ein schufsartiges Getöse gehört, um 6 Uhr 40 Minuten brach eine hohe Welle, welche die höchste Fluthmarke 2 Meter überstieg, aus Norden in den Hafen herein, wich aber dann rasch wieder zurück, so dafs der halbe Hafen trocken fiel. Sodann begann ein abwechselndes Steigen und Fallen des Niveaus — es hatten sich entschieden stehende Wellen gebildet — was in Interwallen von 3 bis 4 Minuten bis gegen 9 Uhr Morgens mit einer gefahrdrohenden Höhe der Wellen von 7 bis 8 Meter andauerte und dann allmählich schwächer wurde, so dafs erst gegen 6 Uhr Abends der normale Wasserstand wieder erreicht war.

In Matupi zeigten sich von $8^1/_2$ bis 11 Uhr Vormittags ähnliche hin- und herschwingende Wellenbewegungen, welche den Wasserstand 12 bis 15 Fufs über und unter sein normales Niveau drängten. Die Wellen kamen aus Süd und aus WNW; an der Südost- und Nordseite der Insel trat die Erscheinung am ausgeprägtesten auf, während die Westseite ganz verschont blieb. Das Wetter war heiter, es wehte ein schwacher Südost. An anderen

[1]) „Nachrichten über Kaiser Wilhelms-Land und den Bismarck-Archipel". 1888. Heft III.

Nebenerscheinungen ist zu erwähnen, dafs das Wasser in seinen Tiefen aufgerührt erschien, trübe aussah und schmutzigen Schaum trug.

An der Südseite der Gazelle-Halbinsel wurde das Phänomen von einem dort vor Anker liegenden Schiffe bemerkt.

In der ganzen Blanche-Bai wurden nach dem Bericht Seiner Majestät Kanonenboot Eber[2]) zwischen 8 und 9 Uhr Vormittags Niveauschwankungen von $1^1/_2$ bis 2 Meter beobachtet.

Wenngleich von einer verspürten Erderschütterung nirgends die Rede ist, so haben wir es hier nach der Ausdehnung der Fluthwellen zu urtheilen, doch unzweifelhaft mit einem seismischen Vorgange zu thun, und zwar scheint, sofern es überhaupt gestattet ist, aus den wenigen Berichten und den einzelnen Andeutungen, vornämlich dafs in Hatzfeldt-Hafen vor dem Eintreten des Phänomens im Nordnordost „ein schufsartiges Getöse" vernommen, dass in Matupi das Wasser trübe und schmutzig „aus seinen Tiefen aufgerührt" erschien, und schliefslich, dafs am folgenden Morgen die Küste von Kelana weithin mit Bimssteinstücken bedeckt war, eine submarine vulkanische Eruption, wahrscheinlich zwischen Neu-Pommern und Neu-Mecklenburg stattgefunden zu haben.

Nicht unwahrscheinlich wird diese Annahme durch zwei weitere Meldungen, welche uns von der Westküste Amerikas und der Ostküste Australiens vorliegen. Bei Arica drangen am 15. März um 5 Uhr Nachmittags vier hohe Wellen gegen die Küste, welche mehrere Fahrzeuge im Hafen stark beschädigten, andere kenterten. Die See blieb noch längere Zeit stark bewegt. In Sidney wurden am 15., 16. und 17. März an dem selbstregistrirenden Pegel anscheinend durch Erdbebenwellen herrührende Störungen des Wasserstandes verzeichnet.

Beide Erscheinungen mit einem im Stillen Ocean zwischen beiden Kontinenten stattgehabten Seebeben in Zusammenhang zu bringen, liegt nicht allzu fern.

Vielleicht wird noch weiter eingehendes Material nähere Aufschlüsse schaffen.



Das Polarlicht

von Privatdozent Dr. Bernhard Weinstein in Berlin.

II.

In dem ersten Artikel über die Polarlichter haben wir die Erscheinung als solche beschrieben; die Mannigfaltigkeit der Formen und Bewegungen, die Eigenartigkeit der Lichtentfaltungen und die Besonderheiten in der räumlichen Vertheilung des Phänomens haben daselbst ihre Darlegung gefunden. Der nachfolgende Aufsatz enthält zunächst noch einige Abbildungen besonders charakteristischer Polarlichterscheinungen; Fig. 5 entstammt wie in der voraufgehenden Abhandlung Fig. 2 und 3 mit Ausnahme des landschaftlichen Beiwerks der daselbst hervorgehobenen Arbeit Kochs; Fig. 6 und 7 sind nach von Tromholt aufgenommenen Photographieen hergestellt. In der weiteren Behandlung der Wunder dieser Lichter haben wir die Gesetzmäfsigkeiten derselben in der zeitlichen Folge, die Perioden, darzuthun und zum Theil den

[2]) Annalen der Hydographie und Maritimen Meteorologie. 1888. Heft XI.

merkwürdigen Zusammenhang zu enthüllen, in welchem dieselben mit andern, anscheinend von ihnen ganz verschiedenen Naturphänomenen stehen.

Wir nennen eine Erscheinung periodisch, wenn dieselbe in gewissen Zeitabschnitten immer wiederkehrt. In diesem Sinne sind die Phasen des Mondes und der untern Planeten, der Stand der Gestirne am Himmelszelt, die Jahreszeiten der Erde und vieles andere naheliegende periodische Erscheinungen. Da eine und dieselbe Erscheinung nicht immer durch nur eine einzige Ursache hervorgerufen wird und zudem, wie die Erfahrung lehrt, jede Erscheinung von andern Erscheinungen vielfach beeinflufst werden kann, sind die Perioden der Naturphänomene selten einfacher Art. Zunächst kann eine Erscheinung mehrere verschiedene Perioden aufweisen, indem etwa verschiedene Ursachen dieselbe nach verschiedenen Zeitabschnitten regeln. So sind die scheinbaren Oerter der Gestirne am Himmel bestimmt einmal durch die tägliche Drehung der Erde um ihre Axe, dann durch die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne, ferner durch das Forteilen des ganzen Sonnensystems durch den Raum, endlich noch durch die eigenen Bewegungen der Gestirne selbst, und so würden die Veränderungen dieser Oerter vierfach oder mehrfach periodisch sein. Die verschiedenen Perioden lagern sich übereinander und geben von dem Gang der Erscheinung ein Bild, in welchem die einzelnen Züge nur schwer zu erkennen sind.

Oft kommen aber noch Modifikationen durch besondere Verhältnisse und Vorgänge hinzu, wodurch auch eine und dieselbe Periode anscheinend verändert wird und ihre Zeitabschnitte verschieden lang werden. —

Dann wieder können besondere Beeinflussungen und plötzlich auftretende Vorgänge so stark werden, dafs sie das periodisch Regelmäfsige völlig verdecken und als Störung der Regelmäfsigkeit erscheinen. Indem alles in der Natur sich ineinanderwebt, dürften freilich auch die gegenseitigen Störungen ihrer Prozesse bestimmten Gesetzen unterworfen sein und in gewisser Ordnung einander folgen. Wirklich ist es auch dem schematisirenden Menschengeiste vielfach gelungen, solche Störungen an eine gewisse Zeitfolge zu fesseln und wenn auch nicht in den Einzelheiten, so doch im Gesammtcharakter in bestimmte Perioden einzureihen. Dementsprechend werden wir bei den Polarlichtern nur von Perioden sprechen; bei vielen andern Erscheinungen ist jedoch noch jetzt die Trennung der regelmäfsigen stetigen Perioden von den plötzlich eintretenden sogenannten Störungen angebracht.

Der periodische Wechsel der Polarlichter betrifft deren Häufigkeit, Entfaltung an Formen, Bewegungen, Leuchtkraft und Gröfse sowie räumliche Ausdehnung. Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen scheinen alle diese Verhältnisse, vielleicht die eigentliche Heimath dieser Lichter ausgenommen, überall miteinander auf das engste verbunden zu sein. Machen sich Polarlichter besonders zahlreich bemerkbar, so steigen sie auch zu hohem Glanz empor und erreichen oft eine aufserordentliche Verbreitung, so dafs sie selbst in niederen Breiten gesehen werden. Wir dürfen darum, so oft von Polarlichtern in südlichen Ländern erzählt wird, überhaupt auf besonders grofse Entfaltungen dieser Erscheinungen schliefsen. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend hat zuerst Mairan in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Nachrichten der Schriftsteller aus dem Alterthume und dem Mittelalter über in Kleinasien, Nordafrika, den süd- und mitteleuropäischen Ländern gesehene Lichter, gesammelt und dabei gefunden, dafs in der That ein regelmäfsiger Wechsel in der Entfaltung der Polarlichter zu bemerken ist. Wir geben eine Zusammenstellung in der Erweiterung und Bearbeitung von Fritz, sie ist sehr lehrreich und wird für den Leser nicht ohne Interesse sein.

Demnach waren Jahre besonders starker Polarlichter
v. Chr.: 503, 443, 350, 208, 103, 43,
n. Chr.: 14, 194, 397, 451, 502, 616, 676, 742, 807, 860, 926, 992, 1117, 1203, 1306, 1401, 1529, 1738, 1848.

Die Lichter von 443 v. Chr. sollen in Athen den Himmel 70 Tage lang glühend erhalten haben, die von 350 scheinen Aristoteles seine reichen Kenntnisse über die Polarlichtformen verschafft zu haben; aus den Jahren 14—37 wird uns gemeldet, dafs der Himmel in Rom so geglüht habe, dafs man einmal eine Feuersbrunst in Ostia vermuthete und die Cohorten sie zu löschen sandte; das Licht von 502 wurde bis nach Edessa in Mesopotamien hin gesehen, das von 1117 erregte in Palästina Schrecken.



Fig. 5. **Polarlicht nach Koch.**

Selbstverständlich werden in der obigen Zusammenstellung nicht wenige durch Polarlichtentfaltung ausgezeichnete Jahre fehlen; die kritische Bearbeitung durch Fritz und andere hat gezeigt, dafs man aus denselben auf eine etwa 56jährige Periode schliefsen darf. In durchschnittlich 56 Jahren stehen immer Polarlichter besonderer Gröfse und Entfaltung zu erwarten. Fritz möchte neben dieser Periode noch eine gröfsere von 220 Jahren gelten lassen, welche das Erscheinen der Lichter gröfster Bedeutung und weitester Verbreitung regeln würde. Wir werden später sehen, von welchen Verhältnissen diese als säcular bezeichneten Perioden abhängen und welche Wahrscheinlichkeit namentlich der zweiten von ihnen zukommt.

Die säcularen Perioden sind, um mich so auszudrücken, unbewufst gefunden worden, sie ergaben sich, als man die vorhandenen Nachrichten zusammenstellte. Die nunmehr zu erwähnenden hat man nach bestimmten Gesichtspunkten gesucht und gefunden.

Es wird für das Verständnifs des Folgenden gut sein, hierauf mit einigen Worten einzugehen.

Mit der Festsetzung einer Periode für eine Erscheinung haben wir zunächst nichts Anderes erlangt, als die Erkenntnifs, dafs innerhalb gewisser Zeitabschnitte besondere Ursachen wirksam sind, welche die betreffende Erscheinung hervorrufen und regeln. Unsere nächste Aufgabe wäre dann, nach diesen Ursachen selbst weiter zu forschen und ihre Art aufzudecken. In dieser Weise hat die Wissenschaft vielfach, namentlich bei stetigen Erscheinungen, gearbeitet. Wir können aber auch den entgegengesetzten Weg einschlagen, erst Ursachen aufsuchen, welche die betreffende Erscheinung zu beeinflussen vermöchten, und dann zusehen, ob der Wechsel der Erscheinung dem Wechsel der supponirten Ursachen folgt. Dieses Verfahren ist ohne weiteres als berechtigt anzuerkennen, sobald wir über die Art der möglichen Beeinflussung im klaren sind, die Natur der Ursachen und die Wirkungen derselben erkannt haben. Zweifelhaft scheint der Werth der Methode, wenn wir nur das Vorhandensein einer Ursache vermuthen können und weder von deren Natur noch von deren Wirkungen etwas auszusagen vermögen. Da wir jedoch weder mit allen Erscheinungen im Weltall vertraut sind, noch auch die Wechselwirkungen der Kräfte und Vorgänge ganz schon durchschaut haben, also in Bezug auf Erfolg oder Nichterfolg nichts voraus behaupten dürfen, können wir von diesem Verfahren immerhin Gebrauch machen, selbst wenn wir von der vermutheten Ursache nichts weiter kennen als deren vorausgesetzte Periode. Führt dasselbe zu irgend einer neuen Erkenntnifs in Bezug auf die betreffende Erscheinung, dann dürfen wir hoffen, dieselbe weiterhin auch zur Nachweisung und Erforschung der supponirten Ursache verwerthen zu können. In der That hat dieses Verfahren zumal in der Meteorologie, Geophysik und Astrophysik reiche Früchte getragen.

Wenn es sich nun um Vorgänge auf der Erde handelt, dann sind wir gewohnt, nach dem Sitz der Ursachen derselben zunächst auf der Sonne zu suchen; die einfachsten Erfahrungen zeigen ja, wie sehr unser ganzer Erdball von der gewaltigen Beherrscherin und Lenkerin unseres engeren Sternsystems abhängig ist. Da indessen alle Weltkörper sich gegenseitig beeinflussen werden, hat man das Augenmerk auch auf den Mond gerichtet; was diesem unserem Trabanten an Masse und Thätigkeit abgeht, ersetzt derselbe zum grofsen Theil durch die für kosmische Verhältnisse bedeutende Nähe zu uns; sind doch unsere Landleute noch jetzt zum Theil überzeugt, dafs der Mond mit das Wetter regiert. Man könnte auch noch die Planeten und in letzter Instanz die Fixsterne heranziehen. Den Einflufs der ersteren auf irdische Vorgänge, wenn auch nicht im Sinne der Astrologen, nachzuweisen, ist neuerdings vielfach versucht worden; in die weiten Fernen der Fixsterne zu schweifen, um dort nach Ursachen für Vorgänge auf unserer, im Verhältnifs zu diesen Fernen so unendlich winzigen Erde zu forschen, hat noch keinen rechten Werth.

Für die Polarlichter kommt einstweilen nur die Sonne in Betracht; den Einflufs des Mondes und einiger Planeten auf dieselben hat man vielfach ebenfalls erkennen zu müssen geglaubt, aber die Ergebnisse sind so unsicher, dafs von einer Wiedergabe derselben vorläufig abgesehen werden mufs. Wir werden den Leser von etwaigen neueren Untersuchungen, sobald dieselben festere Gestalt gewinnen, wenn die Zeit kommt, unterrichten.

Sind nun auf der Sonne irgend welche Ursachen für Vorgänge auf der Erde vorhanden, so wird die Intensität dieser Vorgänge von der Intensität der Ursachen abhängen; variirt die letztere, so wird auch die erstere wechseln. Nicht minder aber mufs sie durch den Abstand der Erde von der Sonne und durch die Richtung, nach welcher die betreffende Ursache wirkt, bedingt sein. Wir haben so zwei Kategorien der durch die Sonne hervorgerufenenen Vor-

gänge auf der Erde, ein Theil hängt ab von dem etwaigen Wechsel der Erscheinungen auf der Sonne, der andere von der Lage der Erde und ihrer einzelnen Orte in Bezug auf die Sonne.

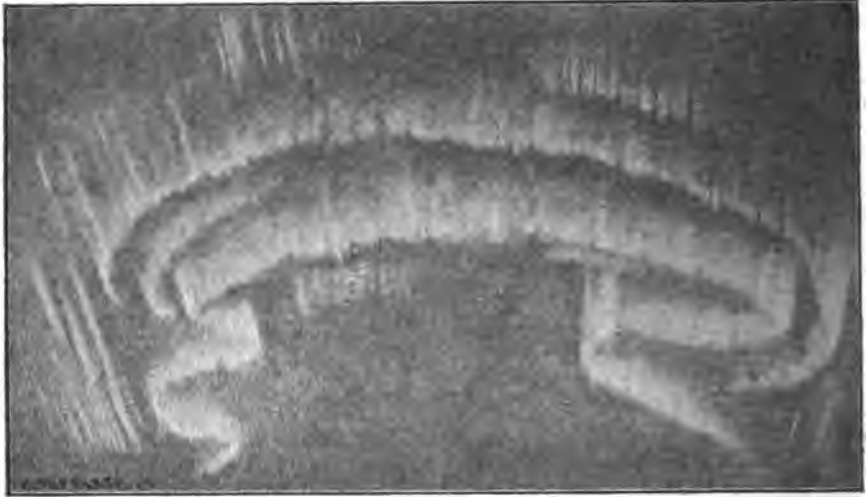




Fig. 6 u. 7. **Facsimiles von Polarlicht-Photographieen von Tromholt.**

Ein Wechsel in der Wirkungsweise der Sonne kann entstehen, wenn auf der Sonne selbst irgend welche Prozesse sich abspielen. Es ist aber bekannt, dafs die Sonne eine ganz aufserordentliche Thätigkeit entfaltet. Welcher Art diese Thätigkeit ist, das zu erkunden, ist uns bis jetzt nur in sehr bescheidenem Mafse gelungen; die Folgen dieser Thätigkeit treten jedoch auf der Sonne selbst klar zu Tage. Wir sehen auf ihr mächtige, durch besonderen Glanz hervorragende, entstehende und vergehende Lichtgebilde, die wir als Fackeln bezeichnen.

Im Gegensatz zu diesen Flammenerscheinungen treten daneben ausgedehnte dunkle Flecken auf, die bald in grofser, bald in geringer Zahl vornehmlich gewisse Zonen zu beiden Seiten des Sonnenäquators ausfüllen, sich stetig oder sprungweise bewegen, bald theilen, bald vereinigen und nach einer mehr oder minder langen Dauer spurlos vergehen. Dann wieder brechen glühende Gase hervor und erscheinen als Feuerfontänen, die mitunter bis zu Hunderttausend und mehr Kilometer von der Sonne aufsteigen, oder als in rosenrother Farbe leuchtende Wolken enden, und, weil wir sie am Rande der Sonne und als Hervorragungen beobachten, den unschönen Namen Protuberanzen erhalten haben.

Es hat sich nun das auffallende Resultat herausgestellt, dafs diese Sonnenthätigkeit durchaus keine ungeregelte ist. Aus den vorliegenden, mehr als zwei Jahrhunderte umfassenden Aufzeichnungen über die Zahl und Ausdehnung der Sonnenflecke hat sich, zuerst in voller Deutlichkeit durch Wolf in Zürich, ergeben, dafs die Productivität der Sonne an Flecken in einem Intervall von 11 Jahren etwa zunimmt und fällt. Mit den Flecken aber scheinen Fackeln und Protuberanzen in inniger Verbindung zu stehen, so dafs wir wohl einige Berechtigung haben, überhaupt für das Anwachsen und Abnehmen der Sonnenthätigkeit diese Periode im Mittel von 11 Jahren anzusetzen. Wodurch diese Periode veranlafst wird, wissen wir nicht, dafs aber eine solche die Intensität der Vorgänge auf der Sonne im Durchschnitt regelt, scheint nicht mehr bezweifelt werden zu können.

Suchen wir jetzt eine solche Periode auch bei den Polarlichtern, so zeigt sich, dafs in der That auch hier der Zeitabschnitt von 11 Jahren eine besondere Rolle spielt. Wolf und Fritz haben das für niedere und mittlere Breiten unzweifelhaft dargethan, für die Polarregionen hat es Fritz wahrscheinlich zu machen gesucht. Alle 11 Jahre durchschnittlich haben wir bedeutendere Polarlichter zu erwarten; statt vieler Zahlen reproduciren wir nach Lemström eine Zeichnung von Loomis, welche als graphische Darstellung des Ganges sowohl der Polarlichter als der Sonnenflecken dienen soll. Die obere Curve versinnbildlicht das Anwachsen und Abfallen der Häufigkeit und Ausdehnung der Polarlichter, die untere das der Sonnenflecken, und zwar in dem Zeitraum von 1777 bis 1872. Man sieht, dafs jedem Gipfel in der einen Curve ein Gipfel in der andern deutlich entspricht, so dafs in der That die 11jährige Periode der Sonnenflecken sich in den Polarlichtern wiederfindet. Die Gipfel der Polarlichtcurve sind gegen die der Fleckencurve ein wenig nach rechts verschoben, die gröfste Entfaltung der Polarlichter würde hiernach etwa ein Jahr nach der gröfsten Fleckenentwickelung stattfinden. Inwiefern das in der Natur der Sache begründet ist, läfst sich noch nicht sagen, Fritz, der auch selbst entsprechende Curven gezeichnet hat, möchte diese Discordanz als eine nur scheinbare angesehen wissen, weil Polarlichter erst dann eifrige Aufmerksamkeit erwecken, wenn sie schon zu bedeutender Entfaltung und Ausbreitung gelangt sind, wogegen die Registrirung der Flecken auf der Sonne wenigstens in unserem Jahrhundert viel stetiger geschieht.

Die zuerst behandelte Periode der Polarlichter ist ziemlich genau fünfmal so grofs wie die 11jährige; man könnte hieraus schliefsen, dafs auch für die Thätigkeit der Sonne der Cyclus von 56 Jahren von Bedeutung sein dürfte; indessen reichen die bis jetzt vorliegenden Beobachtungen über die Veränderungen auf der Sonne nicht hin, denselben mit Sicherheit nachzuweisen. Noch viel weniger sind wir natürlich im stande, bei noch längeren Perioden wie etwa bei der von Fritz vermutheten von 220 Jahren uns nach Erklärungen auf der Sonne umzusehen.

Sicherlich giebt es aber in der Sonnenthätigkeit kürzere Wechsel als die in je 11 Jahren sich vollziehenden, denn wegen der Komplikation der einzelnen Vorgänge darf man nicht erwarten, alle Veränderungen in einfacher Folge sich abspielen zu sehen. In der That variirt auch der Anblick der Sonne fast von Tag zu Tag; namentlich die Protuberanzen bilden ein sehr variables Element: so rasch wie sie entstehen, vergehen sie wieder, und in Bezug auf sie mögen so kurze Perioden wie von 3 oder 4 Tagen wohl vorhanden sein. Bei andern Erscheinungen auf der Erde vermag man denn auch die Korrespondenz mit der Intensität der Sonnenthätigkeit genauer und selbst in Einzelheiten zu verfolgen; die Polarlichter mögen sich ebenfalls den Vorgängen auf der Sonne anschmiegen, aber es läfst sich darüber nichts Besonderes aussagen; die Gegenden, in welchen die Polarlichter genau verfolgt werden könnten, sind zu arm an diesen Erscheinungen, die Heimath derselben wieder liegt zu fern allen Kulturländern und bietet darum nur von Zeit zu Zeit und vereinzelten kühnen Forschern Gelegenheit zu sorgfältigeren Aufzeichnungen. Zudem ist die vergleichende Beobachtung der irdischen und solaren Vorgänge nur wenige Jahrzehnte alt. Doch sei hervorgehoben, dafs in der an gewaltigen Polarlichtern so reichen

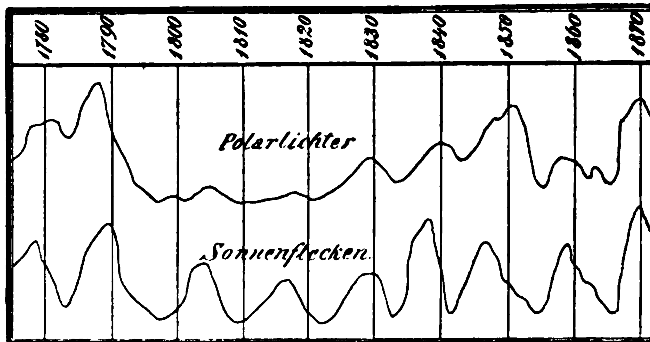


Fig. 8.

Epoche vom 28. August bis 3. September des Jahres 1859 nach der Versicherung vieler Beobachter auf der Sonne so mächtige Flecken sich entwickelt hatten, dafs dieselben mit blofsem Auge haben gesehen werden können. Ja es werden von dieser Zeit Erscheinungen auf der Sonnenoberfläche berichtet, welche durchaus auf eine ungewöhnliche Heftigkeit der Vorgänge daselbst hinweisen. So führt hier die Untersuchung einer anscheinend abstrusen zahlenmäfsigen Beziehung zu einer Einsicht in die wunderbare Verbindung zwischen zwei so weit entfernten Körpern. Die Erde ist von der Sonne aus gesehen so winzig, dafs sie daselbst nur als ein Stern erscheinen würde, und doch geschieht, wie wir auch noch aus vielen andern Forschungen wissen, kaum etwas auf der Sonne, was nicht hier seinen Widerhall fände. Doch scheint es, als ob für die Polarlichter die Verhältnisse wenig einfach liegen. Aus einer Untersuchung vornehmlich in Grönland gemachter Beobachtungen über diese Lichter glaubt Tromholt schliefsen zu müssen, dafs nur in mittleren und niederen Breiten einem Anwachsen der Sonnenthätigkeit eine Zunahme der Polarlichter entspricht, in hohen Breiten soll dagegen die Zahl der Polarlichter abnehmen, wenn die der Sonnenflecke ansteigt. Die Deutung dieses Gegensatzes polarer Gegenden zu gemäfsigten Zonen werden wir bald zu besprechen haben.

Die zweite Art von Verbindungen zwischen der Sonne und den Polar-

lichtern hängt, wie bemerkt, von der Lage der Erde im ganzen und ihrer einzelnen Orte gegen die Sonne und deren einzelne Theile ab. Diese Lage ist bestimmt durch die Bewegung der Erde und der Sonne. Bei der Sonne haben wir allein deren Drehung um ihre Axe zu berücksichtigen, denn an der Fortbewegung durch das Weltall nimmt die Erde in gleichem Mafse theil.

Die Rotation der Sonne ist durch Beobachtung der scheinbaren Verschiebung gewisser Gebilde auf ihrer Oberfläche bestimmt; liegen diese Gebilde auf der Sonne selbst fest, so kann diese Verschiebung nur aus einer Drehung der Sonne erklärt werden. Bewegen sie sich daselbst, so bestimmen wir freilich die Drehung zusammen mit dieser Eigenbewegung der Gebilde, indessen kann die Eigenbewegung durch Häufung der Bestimmungen an möglichst vielen Gebilden und unter den verschiedensten Verhältnissen zum Theil eliminirt werden. Nur der Theil der Eigenbewegung bleibt mit der Drehung verbunden, welcher allen Gebilden gemeinsam ist und etwa in einer gewissen Strömung nach einer bestimmten, für alle Gebilde gleichen Richtung besteht. Es scheint, als ob gerade diejenigen Gebilde, welche man vornehmlich zur Bestimmung der Rotation der Sonne benutzt hat, die Flecken, solchen Strömungen nach einer Richtung unterliegen, denn man fand bei dieser Bestimmung, dafs die Sonne nicht wie die Erde als ganze Masse sich um ihre Axe dreht, sondern mit von ihrem Aequator zu ihren Polen abnehmender Winkelgeschwindigkeit. In der neueren Zeit hat Wilsing, vom astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam, die Rotation aus andern Gebilden, den Fackeln, berechnet und gefunden, dafs dieselbe für die ganze Sonne die nämliche sei; weitere Untersuchungen müssen in diese schwierigen Verhältnisse Klarheit bringen. Als Zahl für die Dauer einer Rotation der Sonne um ihre Axe, also wenn wir uns auf irdische Verhältnisse beziehen, für die Länge eines Sonnentages, können wir vorläufig etwa $25^1/_2$ Tage annehmen. Mafsgebend für irdische Vorgänge kann aber nicht diese wirkliche Dauer sein, denn indem die Erde sich um die Sonne nach genau derselben Richtung dreht wie letztere um ihre Axe, folgt sie gewissermafsen jedem Punkte der Sonne nach und dadurch erscheint die Drehung der Sonne etwa um anderthalb Tage verlangsamt und steigt für uns zu gegen 27 Tagen an.

Suchen wir also in den irdischen Vorgängen nach einer von der Rotation der Sonne abhängigen Periode, so haben wir uns an die Zahl von etwa 27 Tagen zu halten. Nach dieser Periode ist in der neueren Zeit viel geforscht worden; nachdem sie Hornstein und Müller für die Veränderungen des Erdmagnetismus glaubten nachgewiesen zu haben, ist dieselbe von dem Leiter des preussischen meteorologischen Instituts, Wilhelm v. Bezold, für die Gewitterhäufigkeit in Deutschland sehr wahrscheinlich gemacht.[1]) Bei den Polarlichtern würden wir auch zu gröfserer Sicherheit gelangen, wenn wir aus der Heimath derselben gröfsere Reihen fortlaufender Beobachtungen besäfsen. Die im ersten Artikel hervorgehobenen Aufzeichnungen Kochs in Nain sprechen nicht für die Existenz einer solchen Periode.

Aber hier und überhaupt bei allen Perioden, welche nur geringe Schwankungen in der Intensität der Erscheinung bestimmen, können gesicherte Schlüsse nur aus Beobachtungen, welche viele Jahrzehnte umfassen, gezogen werden. Denn wie kaum bei einer anderen Naturerscheinung ist die Beobachtung der Polarlichter durch eine Menge von Nebenumständen beeinflufst, welche mit dem Phänomen selbst in gar keinem Zusammenhang zu stehen brauchen. Den bedeutendsten Faktor bildet der Zustand der Atmosphäre, Wolken hindern natürlich die Beobachtung; dann kommt die Erhellung des

[1]) Siehe darüber Heft 1 dieser Zeitschrift S. 58 u. 59.

Himmels durch Sonne oder Mond, und diese letztere kann, weil sie ausgesprochen periodischen Charakter trägt, zur Annahme unrichtiger Perioden für das Polarlicht führen.

Unterweger hat nach dem Katalog der Polarlichter von Fritz die während mehrerer Jahrhunderte gesehenen Lichter für die einzelnen Tage des Jahres zusammengestellt; er glaubt aus seinen Zahlen mit Fritz eine Zu- und Abnahme im Laufe von etwa 27 Tagen wirklich entnehmen zu können; ich gestehe aber, dafs mir sein Schlufs auf diese Periode nicht ganz gerechtfertigt erscheint. Die Länge des Zeitabschnittes zwischen den Tagen gröfster Häufigkeit von Lichtern variirt so stark, dafs die Annahme einer viel kürzeren Periode, vielleicht, wie Zenger aus Prag es zuerst vorgeschlagen hat, einer solchen, die nur die halbe Dauer der Sonnenrotation umfafst, mehr am Platze sein dürfte. Hier kann ich dem Leser kein fertiges Resultat vorlegen, zukünftige Bearbeitungen, die auch nach etwas anderen Prinzipien, als es bisher geschehen, auszuführen sein würden, müssen die noch fehlende Klarheit bringen.

Von den Bewegungen der Erde kommt zunächst der jährliche Umlauf derselben um die Sonne in Betracht. Der Einflufs dieser Bewegung kann ein doppelter sein. Zunächst ist die Erde der Sonne im Winter näher als im Sommer, etwaige Kraftwirkungen der Sonne werden sich also, wenn es auf der Nordhalbkugel Winter ist, stärker äufsern, als wenn daselbst Sommer herrscht. Dann bringt dieser Umlauf, weil die Axe der Erde schief zu der Bahnebene steht, den Wechsel der Jahreszeiten hervor, die Strahlen der Sonne treffen die nördliche Halbkugel im Winter viel schräger als im Sommer. Die Wirkung unseres geringeren Abstandes im Winter von der Sonne scheint sich darin zu zeigen, dafs für die ganze Erde im Halbjahr Oktober bis März mehr Polarlichter erscheinen als in dem von April bis September. Für die nördliche Hemisphäre ist das Ueberwiegen der Polarlichter während der Wintermonate wohl keinem Zweifel unterworfen; aus der südlichen Hemisphäre besitzen wir allerdings nur wenige Hundert von Aufzeichnungen, aber diese sprechen deutlich dafür, dafs auch dort zu derselben Zeit die Zahl der Polarlichter ansteigt wie bei uns. Wir werden die obige Behauptung noch ein wenig sicherer stellen, wenn wir sie auf diejenigen Polarlichter beschränken, welche allgemeinere Bedeutung haben, namentlich also nicht rein lokal sind. Die Erfahrung hat, worauf wir besonders von Fritz aufmerksam gemacht sind, deutlich genug darauf hingewiesen, dafs mit gröfseren Polarlichtentfaltungen auf der Nordhalbkugel solche auf der Südhalbkugel verbunden zu sein pflegen.

Diese Erfahrung über das Zusammengehen der Nordlichter mit den Südlichtern steht mit einer anderen Thatsache in enger Verbindung, dafs nämlich weitere Jahresepochen in Bezug auf Polarlichthäufigkeit in mittleren und niederen Breiten, die eben in Bezug auf grofse Lichter zumeist in Frage kommen, in solche Tage fallen, in welchen die Sonne zu beiden Hemisphären die gleiche Stellung einnimmt. Die Zahl der Polarlichter erreicht in unsern Breiten um die Frühlings- und Herbst-Tag- und Nachtgleiche ihren höchsten Betrag, und sinkt um die Winter- und Sommer-Sonnenwende. Je mehr man sich der eigentlichen Heimath der Polarlichter nähert, desto mehr scheinen dieselben lokalen Charakter zu tragen; nach eingehenden Untersuchungen von Fritz, Tromholt und Anderen sollen sich die beiden Jahresmaxima mehr gegen die Wintermitte schieben und in ganz hohen Breiten zu einem einzigen auf den Januar fallenden Maximum vereinigen. Es sei aber hervorgehoben, dafs noch in Kochs fast mitten im Gürtel gröfster Polarlichthäufigkeit durch nahezu ein Jahr und fortlaufend angestellten Beobachtungen, ganz

deutlich zwei differente Maxima hervortreten, die allerdings nicht auf die Tag- und Nachtgleichen fallen, vielmehr etwas der Wintermitte zuneigen, aber nicht so sehr, als man es nach manchen Behauptungen erwarten sollte.

Endlich haben wir noch die kürzeste aller Perioden zu betrachten, die durch die Drehung der Erde um ihre Axe veranlafste tägliche. Diese kann offenbar nur lokale Bedeutung haben, denn durch die Rotation der Erde werden eben nur die Stellungen der einzelnen Punkte zur Sonne verändert. Waren also die bis jetzt behandelten Perioden universellen Charakters und hingen demzufolge von der absoluten Zeit ab, so kann unter der täglichen Periode nur eine solche verstanden werden, welche für jeden Ort einen von dessen lokaler Zeit (Ortszeit) abhängigen Wechsel in der Erscheinung begrenzt. Man sollte meinen, dafs die tägliche Periode der Polarlichter die bestbekannte ist, das ist aber durchaus nicht der Fall, auch hier macht sich der Mangel Jahre umfassender Beobachtungen in den Polarzonen empfindlich geltend. Alles, was wir sagen können, ist, dafs in unseren Breiten die Polarlichter vorwiegend in den ersten Nachtstunden und ersten Morgenstunden sich zeigen, um Mitternacht dagegen seltener auftreten. In den hohen Breiten sollen gerade die Mitternachtstunden die ausgiebigsten sein. Indessen wird wahrscheinlich wieder zwischen Lichtern allgemeiner Bedeutung und solchen örtlichen Charakters unterschieden werden müssen. Leider reichen die Angaben nicht hin, eine solche Unterscheidung durchzuführen. Da wir die Polarlichter am Tage überhaupt nicht sehen können, mufs selbstverständlich die gröfste Häufigkeit derselben für uns auf die Nachtstunden fallen; es ist aus den verschiedenen Beobachtungen auch leicht zu entnehmen, dafs die Stunde gröfster Häufigkeit bei uns sich umsomehr der Mitternacht nähert, je länger die Tage werden, das heifst, je mehr das Sonnenlicht uns hindert, anderes Licht zu erkennen. Darum vermögen wir über den Gang der Polarlichter zumal während der Tagesstunden nichts anzugeben; andere, mit den Polarlichtern auf das engste verbundene Erscheinungen lassen, worauf später zurückzukommen sein wird, darauf schliefsen, dafs Polarlichter am Tage so gut vorhanden sein können, wie in der Nacht.

Wir haben damit den Cyclus der genauer untersuchten und weniger streitigen Perioden des Polarlichts durchlaufen, und müssen nun auf eine Bemerkung zurückkommen, welche bei Gelegenheit der Darlegungen über die elfjährige Periode gemacht ist. Wir sahen dort, dafs nach Tromholts Untersuchungen die Bedeutung der elfjährigen Periode in den Polarregionen sich gegen die in den mittleren und niederen Breiten gerade umkehrt. Obgleich dieses Resultat noch keineswegs gesichert erscheint, denn Fritz z. B. hat einen solchen Gegensatz der arktischen Zone gegen die anderen Zonen nicht ableiten können, sind doch die Ergebnisse, zu welchen dasselbe nach Tromholt führen würde, von hohem Interesse. Um nämlich einen Grund für eine solche Erscheinung zu finden, nimmt Tromholt an, dafs die Zone gröfster Häufigkeit der Polarlichter ihre Lage im Laufe der Jahre ändert; sie soll wenigstens südlich von Grönland, in der elfjährigen Periode abwechselnd nach Süden und Norden wandern; wenn die Thätigkeit auf der Sonne am stärksten ist, schreibt ihr der genannte Forscher ihre südlichste Lage zu; die nördlichste soll sie erreichen, wenn auf der Sonne am meisten Ruhe herrscht. Da nun Grönland im allgemeinen oberhalb dieser Zone liegt, so wird letztere von diesem Lande am weitesten abstehen, und dementsprechend werden sich daselbst die wenigsten Polarlichter zeigen zu einer Zeit, wo in mittleren und niederen Breiten zum Theil auch wegen der Annäherung dieser Zone gerade häufige

Polarlichter auftreten, und umgekehrt: indem sie sich nach Norden zieht, gewinnt Grönland an Polarlichtern, während die südlichen Regionen daran Einbufse erleiden.

Was von der Zone gröfster Häufigkeit gilt, wird natürlich überhaupt für alle Isochasmen Bedeutung haben, hiernach wird das System dieser Linien gleicher Polarlichthäufigkeit in einer elfjährigen Periode hin- und herwandern. Ob sich diese Linien dabei ausweiten und zusammenziehen oder sich zugleich auf der Erdoberfläche verschieben, läfst Tromholt unentschieden. Die Hypothese, welche des weiteren noch auf viel kürzere Perioden, auf die jährliche und tägliche Periode, ausgedehnt wird, und mit welcher Tromholt anscheinend überhaupt den Wechsel in den Polarlichtern erklären zu können glaubt, ist sehr sinnreich; über ihre Berechtigung oder Nichtberechtigung läfst sich aber nichts voraussagen. Dafs die Isochasmen keine ganz starren Gebilde sein können und irgend welche, vielleicht Jahrhunderte beanspruchende Veränderungen durchmachen werden, ist aus den gewaltigen Umwälzungen zu schliefsen, welche der Erdmagnetismus im Laufe der Zeit erleidet, zu dem ja die Polarlichter in so enger Verbindung stehen.

Gesetz und Ordnung herrschen in allen Vorgängen der Natur, aber wir sind nicht immer im stande, sie herauszuerkennen; sowohl die aufserordentliche Zahl dieser Vorgänge, als die engen Beziehungen, welche zwischen denselben unverkennbar vorhanden sind, erschweren die Trennung ins Einzelne und verwickeln die Bearbeitung derartig, dafs wir fast bei jeder Erscheinung nach den verschiedensten Richtungen zu forschen haben, ehe unserem geistigen Drang nach Kausalität einigermafsen Genüge geschehen ist. Der Leser darf sich darum nicht wundern, wenn in den voraufgehenden Darlegungen nicht alles als fest und gesichert hingestellt werden konnte, wenn selbst aus Tausenden von Beobachtungen nur zaghafte Schlüsse gezogen wurden.



Zur Theorie der Gebirgsketten-Bildung infolge der Säkular-Abkühlung der Erde. Die neuere Wissenschaft, angebahnt durch die Arbeiten von Dana, Le Conte, Mallet, Favre, Heim und Suess erklärt die Bildung der Massen- und Kettengebirge im Gegensatz zu der älteren Hebungs- und Senkungstheorie durch eine horizontal wirkende Schubkraft, welche die oberflächlichen Schichten des Erdballs in früheren Epochen seiner Bildung in Faltungen gelegt hat. Nicht nur durch geologische Untersuchungen, namentlich der Alpen und nordamerikanischen Kettengebirge, hat diese Vorstellung in den letzten Dezennien einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erlangt, sondern sie hat auch durch äufserst sinnreiche Vorrichtungen unmittelbare Bestätigung im Laboratorium des experimentirenden Physikers gefunden. So wurde schon 1813 durch Hall auf experimentellem Wege die seitliche Zusammenpressung der Gebirge erwiesen, und neuerdings sind Versuche dieser Art in vollkommenerer Weise von A. Favre wiederholt, welcher sich hierzu einer ausgedehnten Kautschukplatte bediente, auf der mehrere Schichten plastischen Thones ausgebreitet waren, die durch Kontraktion der Platte auf zwei Drittel ihrer Länge gefaltet wurden. In noch gröfserer Mannigfaltigkeit sind solche Versuche auch von Daubrée, dem durch seine Experimentalgeologie rühmlichst bekannten französischen Geologen, mit einem aufgeblähten Kautschukballon, der mit einer wenig elastischen Hülle von erhärteter Gelatine umgeben war,

ausgeführt worden. Die dadurch in der Thonschicht, bezüglich in der Gelatine hervorgebrachten Formen und Erscheinungen zeigten durchaus analogen Charakter mit den in Gebirgen beobachteten Faltungen.

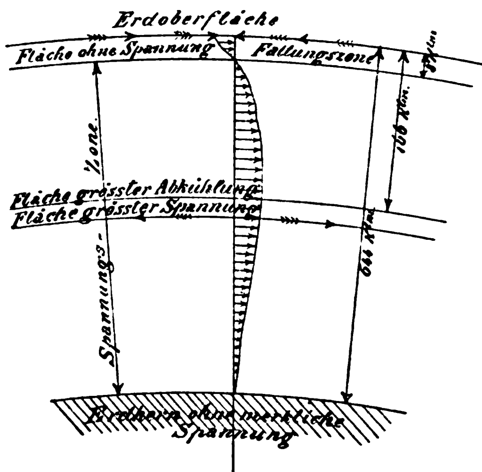
Wenn aber auch der Experimentalbefund und eine jede neue Lokaldurchforschung der Gebirgsmassive frische Belege für diese Anschauungsweise beigebracht hat, so ist doch die Erkenntnifs der physikalischen Ursachen der Faltungsvorgänge in der äusseren Erdrinde keineswegs im gleichen Mafse gefördert, vielmehr zeigt ein noch hierüber stattfindender lebhafter Meinungsaustausch unter den Geologen zur Genüge, dafs auf diesem Gebiete ein sicheres Fundament noch nicht erreicht ist. Um so mehr wird man jeden Versuch freudigst begrüfsen, welcher einen Fortschritt in dieser Beziehung anzubahnen und auf sehr allgemeinen Grundlagen den Sachverhalt dieser Erscheinungen durch mathematische Schlüsse klarzustellen bestrebt ist. Ein solcher liegt gegenwärtig von Charles Davison und von dem durch seine Bemühungen, kosmische Probleme durch Rechnung der Lösung zu nähern, wohlbekannten englischen Geophysiker G. H. Darwin vor („Ueber die Vertheilung der Spannungen in der Erdrinde infolge der Säkularabkühlung mit besonderer Rücksicht auf den Bau der Kontinente und die Formation der Gebirgsketten", Phil. Trans. of Lond., Vol. 178, Part. I, p. 213, 1887).

Die neuere Theorie der Gebirgsbildung setzt im Anschluss an die Kant-Laplacesche kosmogonische Hypothese voraus, dafs unser Weltkörper im Innern einen durch Säkularabkühlung in Zusammenziehung begriffenen Kern besitzt, und dafs diese Zusammenziehung in früheren Epochen stärker war als diejenige der äufseren Felsrinde. Da sich die Rinde also einst wie ein geschlossenes Gewölbe verhielt, mufste sich ihr nach dem Mittelpunkt hin wirkendes Gewicht in einen seitlichen Tangentialdruck umsetzen, und an den schwächsten Stellen des Gewölbes hierdurch ein Auswärtsweichen in Form einer Falte eintreten, d. h. ein Gebirgszug geschaffen werden.

Diese Vorstellung setzt aber die Möglichkeit einer stärkeren inneren als äufseren Abkühlung unseres Weltkörpers voraus, und in der That hat G. H. Darwin auf Grund der Formel, welche Thomson für die Säkularabkühlung der Erde aufgestellt hat, strenge bewiesen (Nature, Vol. 19, 1879, p. 313), dafs die Schicht, in der bei festen Körpern die Abkühlung ihren Maximalwerth erreicht, nicht an der Oberfläche, sondern in einer gewissen Tiefe unter derselben liegt und im Verlaufe der Jahrtausende in eine weitere, von der Leitungsfähigkeit abhängige Tiefe allmählich fortschreitet. Aus diesen Untersuchungen ging wenigstens soviel hervor, dafs die Vertheilung der Zug- und Druckkräfte im Erdball, wie sie aus der Säkularabkühlung entsteht, im grofsen und ganzen mit den Annahmen harmonirt, welche für die Faltungstheorie nothwendig erscheinen. Davisons und Darwins neuere Arbeit knüpft an diese Forschungsergebnisse an. Wie hierin gezeigt wird, können Faltungen durch Tangentialschub nur bis zu einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche stattfinden, wo sie verschwinden; geht man dann weiter abwärts, so werden die Faltungen durch Dehnungen der Erdmaterie infolge von Tangentialspannungen ersetzt, und bei dem stetigen Uebergange von Druck in Zug mufs in einer gewissen Tiefe eine Schicht existiren, die sich in neutralem Zustande befindet, d. h. durch Säkularabkühlung keine Beeinflussung erfährt. Für die dynamische Geologie ist es aber von besonderer Wichtigkeit, die Tiefe dieser Schicht, welche bei dem Favreschen Experiment der Kautschukplatte entsprechen würde, festzustellen; denn aus der Mächtigkeit der darüber liegenden Faltungszone wird man ja beurtheilen können, ob die an der Oberfläche wahrgenommenen Unebenheiten in Hinsicht ihrer

Gröfse mit denjenigen vergleichbar sind, welche durch Auftreibungen und Einsenkungen dieser Zone zu stande kommen konnten. Bei unserm Unvermögen, in gröfsere Tiefen vorzudringen, ist keine Aussicht vorhanden, dafs wir jemals durch direkte Anschauung uns von der Lage dieser neutralen Schicht überzeugen werden, vielmehr läfst sich ihre Bestimmung nur auf dem Wege eines Induktionsschlusses mit den Hülfsmitteln erlangen, welche die Kenntnifs der Wärmevertheilung und Wärmefortpflanzung in Körpern, speziell im Erdkörper, an die Hand giebt.

Wird die Temperatur der ursprünglich gluthflüssigen Erdmasse gleich der Schmelzhitze der widerstandfähigsten Substanzen zu 4000 Grad Cels. und die bis zur Gegenwart verflossene Erstarrungszeit des Erdglobus, im Anschlufs an gewisse Untersuchungen von Sir William Thomson[1]), zu etwas weniger als 200 Millionen Jahre angenommen, so erhält bei solchen Voraussetzungen Davison folgende Resultate (siehe Figur):



1. Faltungen durch Tangentialdruck gehen in Dehnungen durch Tangentialspannung in einer Tiefe von 5 engl. Meilen (8 km) über. Von dieser Tiefe aufwärts wachsen die Faltungen allmählich, bis sie ihren gröfsten Werth nahe an der Erdoberfläche erreichen.

2. Dehnungen durch Tangentialspannung, die in einer Tiefe von 400 M. (644 km) infolge des geringen Wärmeverlustes des Erdkerns von unabschätzbar kleinem Betrage sind, werden von dieser Tiefe aus nach der Erdoberfläche hin zunächst zunehmen. Ihren gröfsten Werth erreichen sie bei 72 M. (116 km) Tiefe, das ist gerade unter der Fläche stärkster Abkühlung, welche nur wenig tiefer liegt. Hierauf nehmen die Dehnungen wiederum ab und verschwinden ganz in einer Tiefe von 5 M., wo also die spannungslose Schicht angetroffen wird.

3. Die spannungslose Schicht ist im Verlaufe der Jahrtausende einem fortdauernden Wandel unterworfen, indem sie mit wachsender Zeit in immer gröfsere Tiefen rückt, und mufs daher in früheren Epochen der Bildungsgeschichte unseres Weltkörpers unmittelbar unter seiner Oberfläche gelegen haben (sie ändert sich nahezu wie die Quadratwurzel aus der Zeit, welche seit der Erstarrung des Erdballs verflossen ist). In ähnlicher Weise verschiebt sich auch die Fläche gröfster Abkühlung.

Die beschränkte Tiefe, in der auf Grund dieser Ergebnisse sich Rindenfaltungen erstrecken, kann vielleicht als ein Argument gegen die Kontraktionstheorie unter der Hypothese durchgehender Starrheit der Erde betrachtet werden, insofern als anscheinend kein genügender Raum für die Anhäufung von Sedimentärschichtungen geboten ist, deren Mächtigkeit bei dem Alleghany-

[1]) Wonach die Erstarrungszeit der Erde mit einiger Sicherheit innerhalb der Grenzen von 20 Mill. und 200 Mill. Jahren liegen soll.

Gebirge auf 12 000 m und bei den Rocky-Mountains sogar auf 19 000 m geschätzt wird. Indessen, sind auch diese Angaben zutreffend, so bleibt doch, wie Davison bemerkt, zu beachten, dafs die Tiefe der spannungslosen Schicht eben nur unter Voraussetzung einer vollkommen glatten und kugelförmigen Erdoberfläche berechnet worden ist, während eine derartige Beschaffenheit derselben im ursprünglichen Zustande kaum denkbar erscheint. Prof. Peirce und Prof. G. H. Darwin haben nämlich gezeigt, dafs sich ganz bedeutende Faltungen in den Oberflächenschichten eines einst zähflüssigen Erdsphäroids bilden mufsten infolge der Verminderung der Polabplattung, die nothwendig mit einer durch Gezeitenreibung bewirkten allmählichen Abnahme der Umdrehungsgeschwindigkeit — also der Tageslänge — verbunden ist. Diese Faltungen dürften hinreichend grofs gewesen sein, um die Grundpfeiler der Kontinente und durch Zusammenwirken mit der Säkularabkühlung auch die Gebirgsketten, sogar bei einer so geringen Mächtigkeit der Faltungszone, erzeugt zu haben. Davison sowohl wie Darwin sind daher der Ansicht, dafs die von dem englischen Geophysiker Osmond Fisher gegen die Kontraktionstheorie des festen Erdballs vorgebrachten Argumente sich für diese Theorie nicht verhängnifsvoll erweisen werden. Fisher glaubt nämlich behaupten zu können (Phil. Mag., Vol. 23, 1887 und: Physics of the Earth's Crust, 1881), dafs die bestehenden Ungleichheiten der Erdoberfläche wenigstens sechsundsechzigmal gröfser sind, als wie sie sich durch Kontraktion eines völlig festen Erdglobus ergeben könnten; zu ähnlichen Resultaten kommt unter andern auch der deutsche Geologe Fr. Pfaff.

Da die spannungslose Fläche in dem frühesten Bildungsstadium unseres Weltkörpers sehr nahe unter seiner Oberfläche liegen mufste, so kann nach Davison hierin möglicher Weise ein Grund für die Bildung der Meeresbecken gefunden werden. Denn da der Oceanboden dieser Schicht bedeutend näher lag, so mufsten die faltenden Kräfte hier eine geringere Wirkung ausgeübt haben, ja zum Theil gar durch Zugkräfte ersetzt worden sein, worauf die geologische Beschaffenheit des maritimen Untergrundes hinzuweisen scheint. In diesen Umständen kann ferner auch eine physikalische Ursache für die Beständigkeit des Land- und Wasser-Areals — eine Anschauung, die sich jetzt mehr und mehr Bahn bricht — sowie für die beobachtete Thatsache gefunden werden, dafs längs der Küstenlinien sich vorherrschend Gebiete vulkanischen Charakters hinziehen.

Wir wollen bei dieser Gelegenheit noch auf eine andere neuere Arbeit hinweisen, die einen ähnlichen Gegenstand behandelt. A. de Grossouvre hat jüngst der Akademie der Wissenschaften zu Paris Untersuchungen über die Gebirgskettenbildung und über ihre Beziehung zu den Deformationsgesetzen des Erdsphäroids (Compt. rend., Nov., 1888) vorgelegt. Die Resultate seiner Betrachtungen lassen sich als Stützpunkte der Theorie von Davison und Darwin ansehen, wonach der Fluthreibung und einer dadurch bewirkten Verlangsamung in der Rotationsperiode der Erde ein wesentlicher Antheil an dem Aufbau der Kontinente und Gebirge beizumessen ist. S.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat März.

(Sämmtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
1.	März	Neumond	7h 27m Mg.	5h 0m Nm.
9.	„	Erstes V. u. Erdferne	10 33 „	2 17 Nt.
17.	„	Vollmond	6 6 Ab.	6 58 Mg.
21.	„	Erdnähe	11 32 „	8 36 „
24.	„	Letztes Viertel	3 7 Mg.	11 2 Vm.
31.	„	Neumond	6 28 „	6 26 Ab.

Maxima der Libration:
2., 15. und 29. März.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. März	21h 19m	−14° 2′	5h 54m Mg.	3h 30m Nm.	1h 37m	+13° 10′	7h 44m Mg.	10h 14m Ab.
5. „	21 26	−14 26	5 46 „	3 18 „	1 50	+14 52	7 31 „	10 21 „
9. „	21 37	−14 21	5 43 „	3 15 „	2 2	+16 28	7 18 „	10 28 „
13. „	21 52	−13 48	5 38 „	3 16 „	2 14	+17 56	7 5 „	10 33 „
17. „	22 10	−12 50	5 34 „	3 24 „	2 25	+19 18	6 51 „	10 37 „
21. „	22 29	−11 29	5 30 „	3 34 „	2 34	+20 31	6 37 „	10 39 „
25. „	22 50	− 9 47	5 26 „	3 50 „	2 43	+21 35	6 22 „	10 40 „
29. „	23 12	− 7 43	5 21 „	4 7 „	2 50	+22 28	6 7 „	10 37 „

13. März gr. westl. Ausweichung.
18. „ Sonnenferne.

5. März Sonnennähe.
22. „ Maxim. d. Glanzes.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. März	0h 35m	+ 3° 17′	7h 36m Mg.	8h 18m Ab.	18h 17m	− 23° 4′	3h 49m Mg.	11h 29m Vm.
7. „	0 51	+ 5 8	7 19 „	8 21 „	18 20	− 23 2	3 29 „	11 9 „
13. „	1 8	+ 6 56	7 3 „	8 23 „	18 24	− 23 1	3 9 „	10 49 „
19. „	1 25	+ 8 41	6 46 „	8 26 „	18 27	− 22 59	2 48 „	10 28 „
25. „	1 41	+10 22	6 30 „	8 28 „	18 30	− 22 58	2 26 „	10 8 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
2. März	9h 11m	+17° 28′	2h 49m Nm.	6h 11m Mg.	13h 20m	− 7° 45′	9h 16m Ab.	8h 2m Mg.
10. „	9 9	+17 37	2 14 „	5 38 „	13 19	− 7 39	8 43 „	7 29 „
18. „	9 7	+17 44	1 40 „	5 6 „	13 18	− 7 33	8 9 „	6 57 „
26. „	9 6	+17 50	1 7 „	4 33 „	13 17	− 7 25	7 36 „	6 26 „

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 2. u. 17. März östl., 9. März westl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
2. März	3h 51m	+ 18° 28'	9h 22m Mg.	12h 58m Nt.
15. „	3 52	+ 18 32	8 31 „	12 7 „
28. „	3 53	+ 18 36	7 41 „	11 17 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

11. März	II. Trab.	Verfinst.	Eintritt	5h 42m Mg.	
12. „	I. „	„	„	4 16 „	
19. „	I. „	„	„	6 9 „	(bei Sonnenaufg.)
28. „	I. „	„	„	2 31 „	(12m nach Jup. Aufg.)

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar).

		Gröfse	Eintritt	Austritt
16. März:	1 Leonis	5.1	3h 21m Mg.	4h 7m Mg.

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1889 Rectas.	1889 Declin.
R Arietis	4. März	7.8 Gr.	12 Gr.	2h 9m 48s	+ 24° 32'
V Cancri	23. „	7 „	12 „	8 15 23	+ 17 38
R Leonis	23. „	5 „	10 „	9 41 36	+ 11 56
U Virginis	2. „	7.8 „	12.13 „	12 45 28	+ 6 9
S Librae	14. „	8 „	12 „	15 15 1	— 19 59
S Serpentis	11. „	7.8 „	12.13 „	15 16 28	+ 14 42
R Scuti	3. „	5 „	8.9 „	18 41 34	— 5 49
R Lyrae	5. „	4.3 „	4.7 „	18 51 57	+ 43 48
R Aquarii	17. „	6 „	11 „	23 38 5	— 15 53

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus.[1])

U Cephei . 4., 9., 14., 19., 24., 29. März Nm.
Algol . . . 5. März Nt., 11. Nm., 17. Vm., 23. Mg., 28. Ab.
λ Tauri . . 1. März Nm., 10. M., 17. Vm.
R Can. maj. . (Jedes 3 Min.): 3. März Ab., 7. Mg., 10. Nm., 14. Mg., 17. M., 20. Ab., 24. Mg., 27. Nm., 31. Mg.
S Cancri . . 2. März Mg., 11. Ab., 21. Mg., 30. Nm.
δ Librae . . 5. März Mg., 9. Ab., 14. Vm., 19. Mg., 23. Ab., 28. Vm.
U Coronae . 7. März Nm., 14. M., 21. Vm., 28. Mg.
U Ophiuchi . (Jedes 4. Min.): 3. März Vm., 6. Nm., 10. Mg., 13. Vm., 16. Ab., 20. Mg., 23. M., 26. Ab., 30. Mg.
Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 5. März Vm., 9. Ab., 14. Vm., 18. Ab., 23. Vm., 27. Ab., 1. April Vm.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:[2])

T Monocer. . 22. März.
ζ Gemin. . . 9., 19., 30. März.

[1]) Die Lichtperioden und Orte dieser Sterne sind im Februarheft S. 316 angegeben.
[2]) Ueber Periode und Ort dieser Sterne s. Februarheft S. 316.

β Lyrae . . 1., 14., 27. März.
η Aquilae . 3., 10., 17., 24., 31. März.
δ Cephei . . 5., 10., 16., 21., 26. März, 1. April.

6. Meteoriten.

Für Beobachtungen derselben sind die Abende vom 1. bis 7. März am geeignetsten.

7. Nachrichten über Kometen.

Am 15. Januar ist von Brooks in Geneva nahe beim Sterne μ Sagittarii ein neuer Komet aufgefunden worden; das Object war schwach und zeigte eine schnelle Bewegung gegen West; bis zum Schlufs dieses Blattes war über weitere Beobachtung und die Bahn des Gestirnes nichts bekannt.

Der Barnardsche Septemberkomet ist gegenwärtig schon recht schwach, wird aber noch beobachtet.

*





Amerikanische Erfolge und Bestrebungen bei der Beobachtung neuerer totaler Sonnenfinsternisse.

Der Direktor der Sternwarte des Harvard College, Professor W. H. Pickering, berichtet in dem letzt erschienenen Bande der Sternwarteannalen über die Beobachtung der Sonnenfinsternifs vom 29. August 1886. Diese Finsternifs fand bald nach Sonnenaufgang nördlich der Küste von Venezuela und Guyana statt. Zu ihrer Beobachtung bewilligte das Rumfordcomité der American Academy of arts and sciences die erforderlichen Geldmittel und stellte die auszurüstende Expedition unter die Leitung Professor Pickerings. Am 17. August langte die letztere auf ihrem Bestimmungsorte, der westindischen Insel Grenada, an. Ein auf der Westseite der Insel, nahe der Stadt St. George, im gleichnamigen Fort gelegenes Haus diente als Station. An Instrumenten waren zur Verfügung: ein Photoheliograph, mit welchem eines Versehens wegen nichts erlangt wurde, zwei parallaktisch montirte photographische Camera, durch Kurbeln bewegbar, ein dreizölliges Telescop mit Camera als Reserve für den Photoheliographen, ein Actinometer,[1]) ein Photometer, diverse meteorologische Instrumente u. s. w. Für die Photographie wurden die schnell wirkenden „Seed“-Platten, für das Actinometer die langsamer arbeitenden Carbutt-Platten verwendet. Die Beobachtungen begannen um 6 Uhr Morgens, im Beisein zahlreicher schwarzer Zuseher. Dichte Wolken und mehrfache Regenschauer drohten jede Observirung zu vereiteln, als kurz vor dem Totalitätsmomente die Sonne noch sichtbar wurde. Fünfzehn Sekunden vor der Totalität schien ein leichter Nebelring die Sonne zu umgeben, anfangs röthlich, dann violett. Das merkwürdige Phänomen der perlschnurartigen Lichtpunkte am Mondrande (Bailys Rosenkranz) trat auf und Lichtwellen verschiedener Färbung umflutheten den Mond. Einige der Beobachter berichten von rosenfarbigen langen Lichtstreifen, die kurz vor der Totalität sichtbar wurden und alsbald wieder verschwanden. Zehn Sekunden vor der totalen Bedeckung sah Pickering die Sonnencorona; sie war, obwohl durch Nebel getrübt, doch ausgezeichnet und erschien viel schärfer und heller als bei der in den Vereinigten Staaten beobachteten Sonnenfinsternifs vom 29. Juli 1878.[2]) Auf der Westseite der Sonne ragten drei feine Protuberanzen hervor, wovon die eine im Nordwesten

---

[1]) Zur Messung schwacher Helligkeiten, namentlich des Himmelslichtes. Die empfindliche photographische Platte des Apparates kann durch 5 quadratische Oeffnungen eines sie bedeckenden schwarzen Papieres der Einwirkung des Himmelslichtes ausgesetzt werden, andere Theile der Platte werden später durch ebensolche Oeffnungen dem Sternlichte exponirt und es können auf diese Weise in gegebenen Zeitintervallen Vergleichungen der actinischen Wirkung beider Lichtquellen erhalten werden.

[2]) Die photographischen Aufnahmen der Corona durch die ebenfalls auf Grenada stationirt gewesene englische Expedition unter Lockyer zeigen erheblich grössere Ausdehnungen als jene der amerikanischen Platten. („Observatory“, Oktober 1888.)

ungewöhnlich hoch. Während der Totalität waren Venus und Merkur klar zu sehen, der hellere Stern im Orion gut. Die Färbung der Gegenstände wurde gelb, die Schatten erschienen beträchtlich schwach; auch einige Beunruhigung von Thieren wurde notirt. Aufser den photographischen Aufnahmen des Gesamtphänomens erstreckten sich die Arbeiten der Expedition auf spectroscopische Beobachtungen der Corona, auf photometrische Messungen der Lichtstärke während der Totalphase, und auf Verfolgung der durch den Mondschatten dargebotenen eigenthümlichen Erscheinungen, bei welch letzteren Beobachtungen Pickering durch mehrere freiwillige Observatoren unterstützt wurde. Besondere Aufmerksamkeit widmete Professor Pickering den Feststellungen des Helligkeitsgrades der verschiedenen Theile der Corona. Die hierüber aufgenommenen Platten wurden nach der Rückkehr der Expedition mit solchen verglichen, die durch Exposition im Sternlicht erzeugt worden waren, und hieraus die Curven der gleichen Helligkeit abgeleitet. Auf Grund der so gefundenen actinischen Intensität des Coronalichtes und in der Voraussetzung, dafs diese Helligkeit von dem Sonnenlichte abhängt, welches in dem die Corona bildenden Gase reflektirt wird, schliefst Pickering auf eine Dichtigkeit dieser Coronagashülle von 1:200,000,000,000 derjenigen, welche die Atmosphäre unserer Erde besitzt.

Die Amerikaner haben sich auch die Beobachtung der totalen Sonnenfinsternifs vom 19. August 1887 nicht entgehen lassen, derselben, die in Deutschland mit so viel Spannung erwartet, aber fast ganz verregnet worden ist. (Ueber die theilweise befriedigenden Erfolge der Beobachtungen in Rufsland und Sibirien hat Herr Kleiber im Novemberhefte von „Himmel und Erde" berichtet.) Der Director des Observatoriums vom Amherst-College, Professor D. P. Todd, berichtet nunmehr in einem „Preliminary report" über die Resultate der amerikanischen zur Beobachtung derselben Finsternifs nach Japan gesandten Expedition. Todd erreichte am 8. Juli Yokohama und wählte als Station ein Kastell bei dem Orte Shirakawa. Das Hauptinstrument war ein grofser Photoheliograph. Als Beobachter waren zwei Offiziere vom amerikanisch-asiatischen Geschwader, Southerland und Pemberton, aufserdem mehrere intelligente Japaner thätig. Die Observirung war in jeder Richtung hin sorgfältig vorbereitet und eingeübt, aufserdem durch die Vorsorge des Admiral Yanagi der Austausch elektrischer Signalwechsel mit dem Marineobservatorium in Tokio zum Zwecke der Bestimmung der Längendifferenz der Beobachtungsstation vermittelt. Der Vormittag des Finsternifstages war wolkenlos, dann wurde es ungünstig und die Sonne in der ersten halben Stunde der Finsternifs nicht sichtbar. Eine Wolkenlücke erlaubte etwa 10 Expositionen, doch nur 5 der Bilder erwiesen sich zu Messungen verwendbar; vom zweiten Finsternifscontakte wurde mit Mühe eine rohe Zeitnotirung erhascht. Auch die anderen Expeditionen in Japan sind, wie sich später herausstellte, meist mifsglückt. Professor Terao fand zu Kuroiso (südlich von Shirakawa) vollständig bedeckten Himmel. Dem Direktor des meteorologischen Observatoriums in Tokio gelangen zu Sanjo (an der Centralcurve der Finsternifs) einige Photographien der Corona; klar war es nur an der Ostküste, zu Choshi, woselbst man keine Instrumente aufgestellt hatte.

Die totale Sonnenfinsternifs vom Neujahrstage des gegenwärtigen Jahres (s. Januarheft „Himmel und Erde" S. 250) nahm, da ihr Centralitätsgebiet in die Vereinigten Staaten, auf Nord-Californien, Nord-Nevada, Süd-Idaho, Dakota, Montana, Manitoba und in das Areal des Yellowstonepark fiel, das Interesse der gesamten gebildeten Welt Nordamerikas in Anspruch. Professor Todd hat, um diese Antheilnahme des Publikums an einem so seltenen astronomischen

Ereignisse[3]) auf fruchtbringende Mitwirkung bei Beobachtungen, namentlich der Sonnencorona, hinzulenken, besondere „Instructions for observing the total eclipse of the sun“ verfafst. Diese sehr ins Detail gehende Schrift leitet intelligente Leser zu ganz werthvollen Aufnahmen der Coronaerscheinung an. Sie bespricht das Verhalten des Beobachters beim Herannahen der Totalität, das Zeichnen der Corona-Umrisse durch Rauchglas, das Orientiren der Skizzen und die Eintragung der Details mittelst Feldgläser und kleiner Teleskope. Für die Beobachtung der feinen, oft weithin sich erstreckenden Ausläufer der Corona empfiehlt Todd eine Scheibe aus Holz oder Pappendeckel, die durch (in der Schrift eingehend auseinandergesetzte) Versuche einige Tage vor der Finsternifs in eine geeignete Lage gebracht und gegen welche der entsprechende Standpunkt des Auges des Beobachters ermittelt wird, so zwar, dafs beim wirklichen Eintritt der Totalität dem Beobachter die Sonne durch die Scheibe völlig verdeckt erscheint. An seinen so markirten Sitz begiebt sich der Beobachter erst im Momente des Totalitätsbeginns und zwar, da er sich vorher in einem dunklen Zimmer aufzuhalten hat, mit einem für die feinen Lichteindrücke sehr empfindlichen Auge.

Von den Beobachtungsresultaten der Amerikaner bei dieser Finsternifs liegen bis jetzt nur Zeitungsnachrichten vor. Da die Veröffentlichung offizieller Berichte jedenfalls nicht sobald erfolgen wird, so geben wir hier wenigstens einige Nachrichten nach den Telegrammen des „New York Herald“ vom 2. Januar 1889. Professor Pickering beobachtete zu Willow (Calif.), erlangte aufser den Contaktnotirungen 50—60 Photographien, Zeichnungen der ganzen Corona, photometrische und spektrographische Resultate. Zu Chico (Calif.) wurden 16 Photographien, auf der Station des Lick-Observatoriums bei Santa Clara 13 Bilder aufgenommen, desgleichen erhielt Keeler auf der Station von Bartlett Springs (Calif.) gute Aufnahmen. Sämtliche vier Contaktbeobachtungen des Mond- und Sonnenrandes gelangen zu Nelson (Calif.), Winnemucca (Nev.), Blackfoot (Idaho), theilweise erreichte man dieselben zu Santa Clara, Budford (Dac.) und Norman (Calif.). Gute Zeichnungen der äufseren Corona erhielt Todd bei Fort Keogh (Mont.), desgleichen liefsen sich solche von der ganzen Corona bei Winnemucca ausführen; zu Marysville (Calif.) und Nelson war die Corona durch Nebel getrübt. Swifts Nachforschungen nach einem intramercuriellen Planeten ergaben kein Resultat.

Die Bemühungen der amerikanischen Astronomen sind demnach diesmal von vollem Erfolge gewesen und man darf gewifs sehr darauf gespannt sein, welche Resultate die sachlichen Publikationen über die von den einzelnen Expeditionen ausgeführten Beobachtungen in Bezug auf unsere, derzeit in mancher Hinsicht noch sehr dunkle Erkenntnifs der Natur des Sonnenkörpers zu Tage fördern werden.



E. Marchand. Relations des phénomènes solaires et des perturbations du magnétisme terrestre. Lyon 1888. 43 pag.

Die Untersuchungen von Herrn Marchand, Adjunkten des Lyoner Observatoriums, welche von Herrn André der Akademie zu Lyon vorgelegt wurden, beziehen sich auf den Zusammenhang der magnetischen Störungen

[3]) Die nächste totale Sonnenfinsternifs wird das Gebiet der Vereinigten Staaten erst am 28. Mai 1900 durchlaufen.

mit Vorübergängen von Stellen erhöhter Thätigkeit auf der Sonnenscheibe. Das Wesentliche derselben ist bereits auf S. 44 der Zeitschrift in kurzen Zügen geschildert worden. In der vorliegenden Abhandlung ist die Definition der magnetischen Störung und ihre zahlenmäfsige Darstellung genau gegeben, ebenso wird die Methode, nach welcher die Aktionscentren der Sonne beobachtet werden, dargelegt. Aus der Wiederkehr einer Anzahl Störungen in Zeiträumen, welche nahe mit der Rotationsdauer der Sonne zusammenfallen, versucht Verfasser umgekehrt die wahrscheinliche Dauer der synodischen Rotation der Sonne zu ermitteln, und findet aus 4 Reihen solcher Störungen den wahrscheinlichen Werth von 26.9 Tagen, der zwar kleiner ist als der aus Sonnenfleckenbeobachtungen abgeleitete, aber ganz befriedigend mit dem aus der Rotationsdauer der Sonnenfackeln neuerdings abgeleiteten übereinstimmt.

Dr. Wagner.



Verzeichniss der vom 16. November 1888 bis 1. Februar 1889 der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Annuaire pour l'An 1889, par le Bureau des Longitudes, Paris, Gauthier-Villars et Fils.

Astronomischer Kalender für 1889 von der K. k. Sternwarte, Wien, C. Gerolds Sohn.

Bertrand, Thermo-Dinamique, Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1887.

A. Blytt, On variations of climate in the course of time, Christiania, A. W. Brogger, 1886.

A. Blytt, The probable cause of the displacement of beach-lines, with a table, Christiania, A. W. Brogger, 1889.

A. Blytt, Additional Note to the probable cause of the displacement of beach-lines, 1889.

Th. Bredichin, Sur l'origine des étoiles filantes, Moskau, 1888.

A. Brester, Essai d'une théorie du soleil et des étoiles variables, Delft, J. Waltman jr., 1889.

P. Carus, Monism and Meliorism, New-York, F. W. Christern, 1885.

P. Carus, The principles of art from the standpoint of Monism and Meliorism, Boston, 1885.

P. Carus, The Idea of God, Chicago, The Open Court Publishing Company, 1888.

Caspari, Cours d'Astronomie pratique, Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888.

Th. Epstein, Geonomie. Mit 166 Holzschnitten und 18 Figurentafeln, wovon 12 mit Sternbildern auf blauem Grunde, Wien, C. Gerolds Sohn, 1888.

H. Faye, Sur l'origine du monde, Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1885.

F. Folie, Preuves de la nutation diurne, Bruxelles, F. Hayez, 1888.

H. Frerichs, Die Hypothesen der Physik, Norden, H. Fischers Nchflgr., 1889.

H. Frerichs, Zur modernen Naturbetrachtung, Norden, H. Fischers Nchflgr., 1889.

E. v. Haerdtl, Die Bahn des periodischen Kometen Winnecke von 1858 bis 1886, Wien, Tempsky, 1888.

M. F. Hément, Les étoiles filantes et les bolides, Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888.

M. Kreutz, Untersuchungen über das Kometen-System 1843 I, 1880 I und 1882 II, Kiel, C. Schaidt, C. F. Mohrs Nchflgr., 1888.

M. S. Lemström, L'Aurore boréale, Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1886.

F. Lindemann, Ueber Molekularphysik, Königsberg, W. Koch, 1888.

M. E. Marchand, Rélations des phénomènes solaires et des perturbations du magnétisme terrestre, Lyon, Association typographique, 1888.

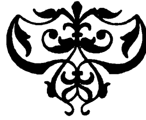
F. Max Müller, The Science of Thought, Chicago, The Open Court Publishing Company, 1888.

H. Seeliger, Fortgesetzte Untersuchungen über das mehrfache Sternsystem ζ, Cancri, München, G. Franz, 1888.

F. Tisserand, Mécanique céleste, Tome I, Perturbations des planètes d'après la méthode de la variation des constantes arbitraires, Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889.

C. L. Weyher, Sur les tourbillons, trombes, tempêtes et sphères tournantes, Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1887.

C. Wolf, Les hypothèses cosmogoniques, Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1886.





Herrn Dr. Sch. in Osterode, Ostpr. Die Beschreibung der optischen Phänomene um die Sonne, welche Sie vor einiger Zeit wahrnahmen, enthält die auch anderwärts in derselben Zeit beobachteten, durchaus nicht ungewöhnlichen Lichterscheinungen, welche durch in den Höhen der Atmosphäre schwebende Eisprismen völlig erklärt werden, wie Sie es von dem Ringe von wahrscheinlich 22° Halbmesser um die Sonne als bekannt annehmen. Indessen auch alle übrigen Erscheinungen finden durch diese kleinsten Eiskrystalle ebenfalls ihre ungezwungene Erklärung. Dafs dieselbe in physikalischen Lehrbüchern meist nicht ausführlicher gegeben wird, ist ein offenbarer Mangel, da die Ableitung aller denkbaren optischen Phänomene um Sonne und Mond durch Brechung und Zurückwerfung des Lichts an Eiskrystallen aus der Gestalt letzterer theoretisch ebenso interessant wie pädagogisch werthvoll ist, wenn nicht die Complicirtheit des Gegenstandes seinen pädagogischen Nutzen erheblich einschränkte.

Die in dem Ringe von 22° Halbmesser in gleicher Höhe mit der Sonne intensiv leuchtenden Stellen waren offenbar horizontale vielleicht nicht ganz deutlich ausgebildete Nebensonnen. Die Form der Eiskrystalle ist die sechseckiger flacher Tafeln, welche in der Höhe der Cirruswolken schweben, eventuell aus dieser langsam abwärts sinken. Da diese Phänomene meist bei ruhiger Luft stattfinden, ist die Annahme berechtigt, dafs die Mehrzahl dieser Täfelchen parallel zum Horizonte, also mit verticaler Hauptaxe abwärts schweben, wiewohl alle übrigen Stellungen bei jedem derselben vorkommen können. Dann erzeugen je zwei nicht aufeinanderfolgende Seitenflächen als Prismen von 60° die Ringe von 22° Durchmesser, welchen Werth das Minimum der Ablenkung für solche Eisprismen besitzt. Hierzu wirken Prismen von 60° in allen möglichen Stellungen gegen den Horizont mit, während die mit genau vertical stehender Hauptaxe schwebenden Prismen nach Bravais die Nebensonnen von 22° Abstand erzeugen. Da Seitenflächen und Grundflächen wiederum Prismen bilden, und zwar von dem Kantenwinkel 90°, so entstehen durch die zweite Art von Prismen andere Erscheinungen, nämlich durch Prismen in beliebiger Stellung der grofse Ring von 46° Halbmesser, hingegen durch die horizontal schwebenden der Berührungsbogen dieses Ringes, welchen Sie deutlich gesehen haben, während der grofse Ring nicht erkennbar war, woraus in Verbindung mit den Nebensonnen hervorzugehen scheint, dafs die Luft besonders ruhig gewesen sein mufs. Die Verticalstreifen, auch Lichtsäulen genannt, entstehen allein durch Reflexion an den horizontalen Flächen der Eistäfelchen. Wenn nämlich die Sonne dem Horizont nahe steht, genügt eine geringe Neigung dieser Flächen, um reflektirtes Licht ins Auge zu senden, daher diese Lichtsäulen bei Sonnenaufgang resp. Untergang am intensivsten zu sein pflegen. Ihre Verticalität ist jedoch nur scheinbar, in Wirklichkeit gehören die reflektirenden Krystalle einer mit der Erdoberfläche concentrischen Kugelschale an, daher

liegt die Spitze der Säule dem Beobachter näher als ihr Fufspunkt. Die langen Lichtstreifen, welche Sonne und Mond in schwach bewegtem Wasser erzeugen, erklären sich durch einen ganz ähnlichen Vorgang der Reflexion.

Herrn Bezirksrichter H. in G. (Nieder-Oestr.) Es ist völlig begreiflich, dafs Sie sich über die Bedeutung der Richtungsbezeichnungen „Ost" und „West" verwirren, sobald Sie dieselben als absolute Richtungen im freien Raume aufzufassen versuchen. Nur Nord und Süd sind wegen der sich stets im Raume gleichbleibenden Lage der Erdaxe solche absolute Richtungen; Ost und West lassen sich dagegen nur in Bezug auf einen bestimmt ins Auge gefafsten Punkt der Erde denken und wechseln mit diesem ihre Richtung im Raume. Ja, selbst auf der Erde giebt es zwei Punkte, für welche es kein Ost und West giebt, die Pole. Das wird folgendermafsen sofort klar. Wenden wir uns zunächst von unserem gegenwärtigen beliebigen Standorte auf der nördlichen Erdhalbkugel gegen Norden und breiten die Arme zu beiden Seiten von uns aus. Dann zeigt die Rechte nach Osten, die Linke nach Westen und die Bewegung der Erde um ihre Axe erfolgt von links nach rechts. Wir schreiten nun genau nordwärts weiter, bis wir zum Nordpol kommen. Dann sollte man doch meinen, die Richtung der Arme müsse immer noch die der betreffenden Himmelsrichtungen angeben. Nun ist aber der Pol ein Wendepunkt der Bewegung. Das heisst, sobald wir, unsere Richtung genau wie zuvor innehaltend, noch weiter gehen, findet nun die Bewegung der Erde unter unseren Füfsen von rechts nach links statt, und wir sehen nun, ohne uns umgewendet zu haben, nach Süden, statt nach Norden. Während die Sonne vorher rechts von uns aufging, steigt sie nun von links her über den Horizont empor, von derselben Richtung, welche wir früher Westen genannt hatten. Die Sonne müfste also hier im Westen auf- im Osten untergehen, was insofern schon ein Widerspruch in sich selbst ist, weil wir vorhin unseren Weg zum Nordpol von einem beliebigen Punkte der Erde antreten konnten, also auch von dem, auf welchem wir uns schliefslich befinden und wo, wie auf allen übrigen Punkten der Erde, die Sonne im Osten auf- und im Westen untergeht.

Da Ost und West gewissermafsen nur locale Begriffe sind, ist es, wie Sie ganz richtig fühlen, eigentlich unerlaubt zu sagen, wie man es gewohnheitsmäfsig thut, die Erde bewege sich um die Sonne von Osten nach Westen, weil diese Richtungen im Raume nicht klar zu definiren sind. Man kann sich indefs diese Freiheit wohl erlauben, um für das menschliche Orientirungsvermögen unmittelbarer deutlich anzugeben, dafs diese jährliche Bewegung in der umgekehrten Richtung erfolgt wie die tägliche. Für die Orientirung im Raume aufserhalb der Erde und die genaue Ergründung der Bewegungen der Himmelskörper in diesem kann man sich allein nur an die Fixsterne halten.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die norwegische Nordmeer-Expedition.

Von **Prof. Dr. H. Mohn,**
Direktor des Norwegischen Meteorologischen Instituts in Christiania.*)

(Mit Abbildungen, angefertigt vom Verfasser nach seinen Original-zeichnungen.)

Nördlich von dem 60. Breitengrade theilt sich der Nordatlantische Ocean in zwei kleinere Meere, die durch das bis 3000 m hohe eisbedeckte Grönland von einander getrennt werden. Das westliche dieser Meere ist die Davis-Strasse und ihre Fortsetzung, die Baffins-Bai, zwischen dem arktischen Lande Nordamerikas und Grönland. Oestlich befindet sich das europäische Nordmeer zwischen Grönland und Norwegen - Rufsland; dasselbe ist vom Nordatlantischen Ocean durch die vulkanische Inselreihe Island-Faröer und von dem sibirisch-amerikanischen Eismeer durch die Inselreihe Spitzbergen, Franz-Josephs-Land, Nowaja-Semlja getrennt.



Das europäische Nordmeer soll zunächst Gegenstand der folgenden Beschreibung sein. Man hat den verschiedenen Theilen dieses Meeres besondere Namen gegeben, mit denen wir am besten den Leser sogleich bekannt machen. Wir nennen denjenigen Meerestheil Nordsee, welcher zwischen der Strafse von Calais und einer

*) Aus dem norwegischen Original-Manuskripte übersetzt von F. S. Archenhold und revidirt vom Verfasser. Obige kleine Illustration stellt das Expeditionsschiff „Vöringen" dar, eine Tieflothung ausführend.

Linie liegt, die man sich von den Shetlands-Inseln bis zum Vorgebirge Stat auf Norwegens Westküste (62° Br.) gezogen denkt. Das Stück des Nordmeeres, welches nördlich von dieser Linie liegt und gegen Süd-West durch eine von Shetland über Faröer bis zur Ostküste Islands gehende Linie, gegen Nord-West von einer Linie von Islands Ostküste über die Insel Jan Mayen bis Spitzbergen, gegen Nord-Ost von einer Linie von Spitzbergen über die Bären-Insel bis zum Nordkap und endlich gegen Süd-Ost von der Küste Norwegens vom Nordcap bis Stat begrenzt wird, — nenne ich das norwegische Meer. Das Meer zwischen Spitzbergen, Finnmarken, dem nördlichen Rufsland und Nowaja-Semlja wird von den Norwegern Ost-Meer genannt, von den andern Nationen aber das murmannische Meer oder Barentzmeer. Wir wollen die letzte Bezeichnung beibehalten. Nordwestlich von dem norwegischen Meer, gegen Nord-Ost und Ost von Spitzbergen begrenzt, gegen West von Grönlands Ostküste, gegen Süd-West von Islands Nordküste, liegt das grönländische Meer. Zwischen Faröer und Shetland liegt die Farö-Shetland-Rinne, zwischen Island und Grönland die Dänemark-Strafse und zwischen Jan-Mayen und Island die Jan-Mayen-Rinne.

Die Naturverhältnisse im Nordmeer sind für viele Expeditionen ein Gegenstand der Untersuchung gewesen. Der bekannte schottische Walfisch-Fänger, Dr. Scoresby, hat eine ausgezeichnete Beschreibung des grönländischen Meeres gegeben. Die schwedischen Expeditionen nach Spitzbergen, unter Leitung von Torell, Nordenskjöld, v. Otter und Palander, die österreichischen unter Weyprecht, die beiden deutschen Nordmeerfahrten unter Koldewey, die französischen unter Gaimard, die britischen unter Mac Clintock, Wyville Thomson, Carpenter und Jeffreys, aufser vielen norwegischen und deutschen Seehundsfängerfahrten, — hatten, schon von 1838 an, Aufschlüsse über die Tiefen und auch theilweise über die Temperaturen in unserm Nordmeer gegeben. Und seit 1866 war dort von norwegischer Seite aus eine genaue Auflotung der Bänke aufserhalb der Küste Norwegens von dem Dampfer „Hansteen“ begonnen worden. Es waren jedoch mit Ausnahme der letzten schwedischen Expeditionen mit „Sofia“ 1868 und mit „Polhem“ 1873, welche das Meer in der Umgebung von Spitzbergen ausmafsen, hauptsächlich die Ränder des Nordmeerbeckens, die dergestalt untersucht worden waren. Die grofse Tiefe westlich von Norwegen blieb unerkannt.

Es war im Jahre 1869, als die britische Expedition mit „Porcupine“ für die Tiefsee-Untersuchungen neue Bahnen brach; ihr folgten

die drei grofsen Tiefsee-Expeditionen auf den Weltmeeren, die britische Challenger-Expedition von 1872—1876, die amerikanische Tuscarora-Expedition 1873—74 und die deutsche Gazelle-Expedition 1874—76.

Die Ueberzeugung von der Bedeutung, welche eine Kenntnifs der Naturverhältnisse des Nordmeers sowohl in biologischer wie in physikalischer Hinsicht für die Wissenschaft und für das praktische Leben haben würde, veranlafsten meinen Collegen Professor G. O. Sars und mich, gemeinschaftlich im März 1874 in einer Eingabe an die norwegische Regierung die Entsendung einer norwegischen Tiefsee-Expedition zur Untersuchung des norwegischen Meeres vorzuschlagen. Dieser Vorschlag fand den Beifall der Autoritäten und der Regierung und die nöthigen Geldmittel wurden bereitwilligst von dem norwegischen Reichstag im Mai 1875 ausgeworfen.

Zur Expedition wurde der Schraubendampfer Vöringen aus Bergen gemiethet, und im Laufe des Winters 1875—76 organisirte der Kapitain z. S. Wille von der norwegischen Marine, zum nautischen und technischen Chef der Expedition ernannt, deren Ausrüstung, die im Frühjahr 1876 in Bergen beendet worden war.

Am 1. Juni 1876 ging die Expedition von Bergen nach Esefjord, einem Arme des Sognefjord, und von hier wurden in den folgenden Tagen die ersten Versuche mit Tiefsee-Apparaten gemacht. Hierzu war der Sognefjord vorzüglich geignet, da dieser eine Tiefe von über 1200 Meter aufserhalb des Esefjords besitzt. Nachdem man in der Behandlung der Loth- und Schleppnetz-Apparate Erfahrung gewonnen hatte, wurde der Ankerplatz der Expedition nach der Insel Husö, an der Mündung des Sognefjord, verlegt, wo in den Tagen vom 10. bis zum 19. Juni magnetische Untersuchungen mit dem Schiffe vorgenommen und dessen Einrichtungen vervollständigt wurden. Nachdem dergestalt alle Vorbereitungen getroffen waren, ging die Expedition am 20. Juni von Husö in See und begann ihre Arbeiten mit der Untersuchung der „Norwegischen Rinne,“ einer Vertiefung im Meeresboden, welche sich längs der norwegischen Küste vom Vorgebirge Stat bis zum Kattegat hinzieht und die Nordseebänke von den norwegischen Küstenbänken trennt. Es zeigte sich, dafs diese Rinne gegen Norden nicht geschlossen ist, aber aufserhalb Stat in die Meerestiefe ausmündet, welche zwischen Norwegen, Island und Jan-Mayen liegt. Die Tiefe, welche anfangs nur langsam zunahm, wuchs vom 21. Juni ab rascher und gegen Abend zeigte das Tiefseethermometer

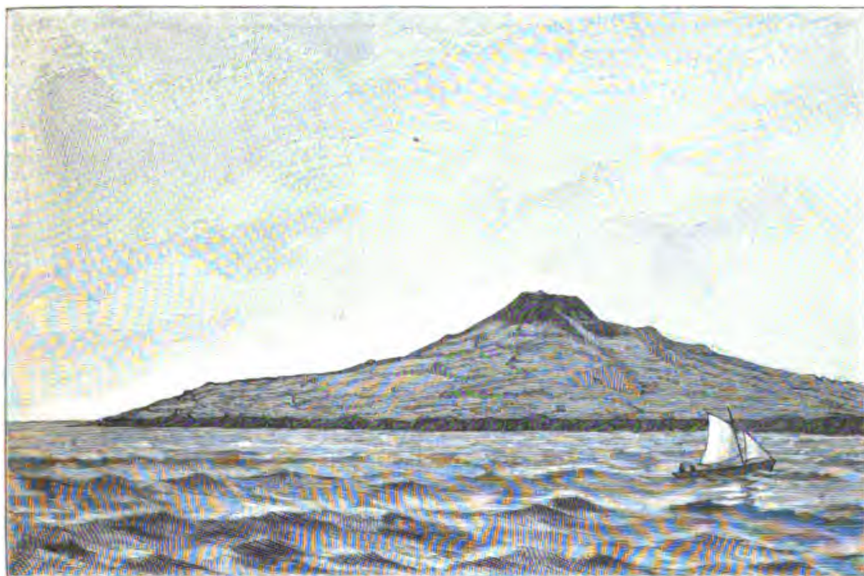
am Meeresboden Kältegrade. Diese Erscheinung hatte die Porcupine-Expedition früher schon in der Farö-Shetland-Rinne nachgewiesen, und wir fanden später, dafs sie über den gröfsten Theil des Nordmeerbodens verbreitet war. Bei dieser Gelegenheit wurde auch ein höchst interessanter zoologischer Fund gemacht, nämlich eine über anderthalb Meter lange Seefeder, Umbellula encrinus, welche später von dem Mitgliede der Expedition, Dr. Danielssen, Oberarzt in Bergen, näher beschrieben wurde. Am 23. Juni ging die Expedition nach Christiansund, wo Kohlen genommen und Vorbereitungen zu einer längeren Tour nach Westen getroffen wurden.

Diese letztere traten wir am 27. Juni an. Nachdem auf mehreren Stationen an der norwegischen Küstenbank, hier „Storeggen“ genannt, gearbeitet war, segelte die Expedition, begünstigt von gutem Arbeitswetter, weiter nach Westen unter beständigem Lothen und Schleppnetzarbeiten; es zeigten sich Kältegrade in den tieferen Schichten des Meerwassers und eine dort lebende eigenthümliche arktische Thierwelt. Das gute Wetter ging leider zu Ende, ehe wir Faröer erreichten, und vom 1. Juli bis zum 15. August, als wir von unserer Islandstour nach Norwegen zurückkehrten, hatten wir eine fast unaufhörliche Reihe von Stürmen mit nur geringen Pausen, in denen wir doch wenigstens mit den Tiefsee-Apparaten arbeiten konnten. Viele lange, unwirthsame Tage verstrichen, während wir auf See waren, ohne dafs sich eine Möglichkeit zu lothen oder mit dem Schleppnetz zu arbeiten fand. Nur die meteorologischen Beobachtungen, welche stündlich Tag und Nacht gemacht wurden, nahmen ihren regelmäfsigen Verlauf. Die Höhe der Wellen stieg bis 5 und 6 Meter. Am 6. Juli, um die Mittagszeit, schlug eine See über das Vorderdeck, zermalmte die Schiffswandung über Deck, ein Oberlichtfenster und einen Treppenüberbau, zertrümmerte die Kübel, in denen das Schleppnetztau lag und machte das Vorderdeck leck. Das Zwischendeck, wo die Mannschaften ihren Platz hatten und die Arbeitsräume der Gelehrten lagen, war von Wasser überfüllt, das, während das Schiff hin und her rollte, von der einen Seite des Bodens auf die andere hinüberströmte, wie eine Ueberschwemmungswelle, bis es endlich in den Unterraum des Schiffes hinuntergeflossen war. Um diese Schäden auszubessern, wurde nach Thorshavn auf Faröer gesteuert, das man am nächsten Tage unter besseren Witterungsverhältnissen erreichte.

Auf der Rhede von Thorshavn lag die Expedition eine ganze Woche. Das Wetter war durchgehends stürmisch, so dafs das Schiff mehrere Tage lang unter Dampf auf dem Ankerplatz gehalten werden

mufste, und an einem Tage mafs ich bei einem der Windstöfse eine Windgeschwindigkeit von über 20 m in der Sekunde.

Am 16. Juli konnte die Reise fortgesetzt werden. Wir dampften von Thorshavn nach Osten in die Farö-Shetland-Rinne hinein, von hier gegen Norden und dann gegen Westen nach Island. Am Abend des 19. begann unser vierter Sturm, der 24 Stunden dauerte. Am 22. wurde das Wetter besser und wir bekamen Island ungefähr bei Portland in Sicht. Am Abend desselben Tages durchkreuzten wir die



Helgafell, auf den Westmanna-Inseln, Island.

Westmanna-Inseln, als zunehmender Kuling und Nebel uns veranlafsten, nach Heimaöy hinein zu suchen, der gröfsten und einzig bewohnten Insel dieser Gruppe.

Der Aufenthalt hier dauerte länger als vermuthet war, da es in den folgenden Tagen hart aus Süd-West blies und die See hoch ging. Am 23. konnten wir eine Excursion ins Land machen. Ueberall begegneten unsern Blicken interessante vulkanische Formationen, ausgedehnte Lavafelder, Krater und Zinnen, deren phantastische Formen der Atmosphäre und des Wassers vernichtende Kräfte offenbarten.

Zusammen mit dem Arzt des Ortes bestieg ich den kleinen, noch gut erhaltenen, aber jetzt erloschenen, vulkanischen Kegel Helgafell, welcher sich mit seinem regelmäfsigen Aschenkegel, der im kleinen an den Vesuv erinnert, 242 m über die Meeresfläche erhebt.

Auf dem Gipfel desselben blies ein Sturm, dafs es fast nicht möglich war, aufrecht zu stehen. An den Gestaden der Westmanna-Inseln brach sich das Meer in einem Kranze weifsen Schaumes und gegen Norden konnten wir weit über die aus den Sagen bekannten Ebenen Islands hin bis selbst zum Hekla und den grofsen schneebedeckten Gletschern sehen.

Am folgenden Tage war es unmöglich, ans Land zu kommen. Der Sturm war so stark, dafs der Anker draufsen auf der Rhede, wo „Vöringen“ lag, nicht halten wollte, und der Eingang zum Hafen war zu seicht, um hineinfahren zu können. So brachten wir den ganzen Tag bis spät Abends auf die Weise zu, dafs wir das Fahrzeug so weit nach aufsen treiben liefsen, bis der Seegang beschwerlich wurde; alsdann dampften wir gegen den Wind wieder zum Ankerplatz hinein, trieben wieder nach aufsen, dampften wieder hinein und wiederholten diese Touren noch einige Male. Am 25. konnten wir wieder Excursionen ins Land machen, aber erst am 26. wurde das Wetter so ruhig, dafs die Expedition ihre Reise bis Reykjavik fortsetzen konnte, welches selbigen Tages Abends erreicht wurde.

Der Aufenthalt auf Island war für die Mitglieder der Expedition höchst interessant. Mehrere von uns machten nach Thingvellir einen Ausflug, den ich hier nicht beschreiben will, da derselbe schon oft von anderen Reisenden beschrieben ist. In Reykjavik, wo „Vöringen“ wieder vor Anker einen Sturm unter vollem Dampf aushalten mufste, gelang es Kapitain Wille doch, magnetische Beobachtungen auszuführen.

Da die Zeit schon so weit vorgeschritten war, dafs eine Umsegelung Islands nicht mehr in Frage kommen konnte, so wurde beschlossen, nach Erreichung des Meridians Ost-Islands den Kurs zuerst gegen Nord-Ost und dann östlich gegen Namsos in Norwegen zu nehmen.

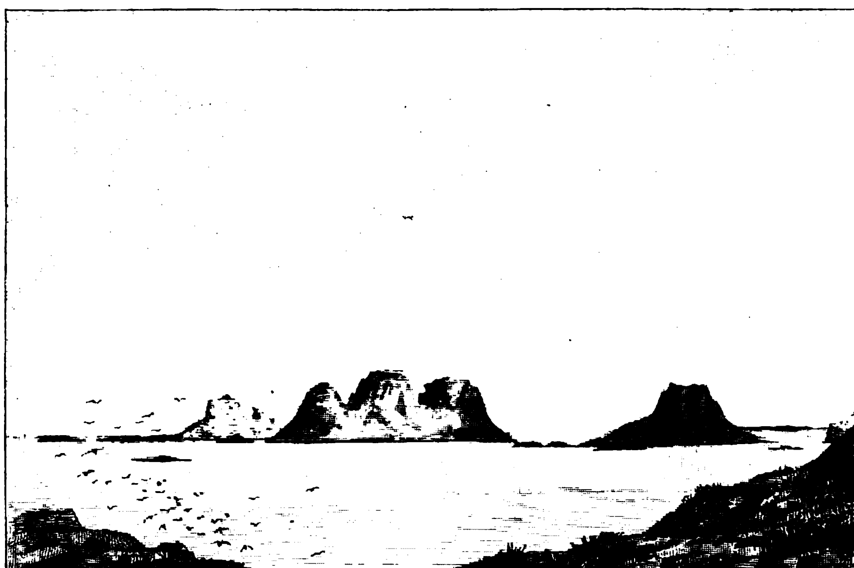
Am 3. August Abends verliefs die Expedition Reykjavik, begann am 5. August die Arbeit auf dem Schnitt gegen Nord-Ost und setzte am 7. August den Kurs gegen Norwegen. Aber wieder kamen Stürme und hinderten sowohl am Arbeiten wie am Vorwärtsrücken. Dennoch lotheten wir auf dieser Reise, am 8. August, die gröfste Tiefe dieses Jahres, 3403 m, ungefähr in der Mitte zwischen Island und Norwegen. Als wir uns Norwegen näherten und das Wetter sich nicht beruhigen wollte, wurden wir im Arbeiten mit den Tiefsee-Apparaten kühner; wir benutzten sie selbst bei ziemlich hartem Wetter und es zeigte sich, dafs unser ausgezeichnetes Schiff dies zuliefs. Aber es mufste

die äufserste Vorsicht angewandt werden, um die Lothleine senkrecht zu halten, damit man die Tiefseethermometer ohne Stofs und Erschütterung heraufbekam und das Trawel- oder Schleppnetz an Bord holen konnte. Auf unserer letzten Station wurde sogar versucht, diese beiden Fangapparate auf einmal zu benutzen, den ersten hinter dem letzten, und der Versuch war beinahe geglückt, indem das Schleppnetz wieder gut an Bord kam, als durch einen unvorhergesehenen Unfall das Trawelnetz sich in die Schiffsschraube (Propeller) verwickelte. Die Maschinen wurden sofort aufser Thätigkeit gesetzt, der Kapitain bekam in einem Nu die Segel auf Schiff und nach einigen Stunden war das Trawel, unter hohem Seegang, mit Hülfe von Messern auf langen Stangen von der Schraube losgeschnitten. Was indefs während dieser Manöver unsere Situation bedenklich machte, war der Umstand, dafs wir im Nebel, der beständig kam und ging, von einem englischen Schoner beinahe übersegelt worden wären, der plötzlich auftauchte und uns bedenklich nahe kam, wahrscheinlich um zu erfahren, ob wir Maschinenschaden erlitten hätten und hülfebedürftig wären. Am 13. August wurde der Hafen von Halten erreicht, am 14. Namsos. Von dem 20. bis zum 23. wurde auf den Bänken aufserhalb der Küste gearbeitet, am 24. in dem Romsdalsfjord, und am 26. August wurde die Reise dieses Jahres mit der Ankunft des „Vöringen" in Bergen abgeschlossen.

Die Reisen der Nordmeer-Expedition im Jahre 1877 begannen mit dem Abgang von Bergen am 12. Juni und mit der Bearbeitung einer Reihe von Querschnitten der norwegischen Küstenbänke aufserhalb Nordlands. Am 22. Juni war „Vöringen" im Westfjord und am folgenden Tag in Bodö. Nach einem kurzen Abstecher in den Saltenfjord, um Wasser zu nehmen, wurde am 25. quer über Westfjord nach Röst gesteuert, der äufsersten bewohnten der Lofoten-Inseln. Hier wurden einige Tage mit astronomischen und magnetischen Beobachtungen und mit Exkursionen zugebracht. Von letzteren will ich hier Folgendes aus meinem Tagebuche anführen. Im Südwesten von der ganz flachen Hauptinsel, die gleich allen Lofoten-Inseln, aus Granit und gestreiftem Granit besteht, erheben sich mehrere hohe Inseln, von denen Vaedö die nächste und Storfjeld die höchste ist. Auf Vaedö besuchten wir eine grofse Höhle, welche schräg in den Felsen hineinging. Die Mündung derselben liegt 50 m über dem Meere und der Boden kaum 20 m über dem Meere, 160 Schritt von der Mündung, die etwa 50 m breit ist. Der Boden der Höhle wird von Steinhaufen gebildet, die überall von einer dichten Schicht Vogel-

guanos bedeckt sind. Auf den Wänden der Höhle safsen zahllose Schaaren von Seevögeln bei ihren Nestern und erfüllten die Luft mit ihrem heiseren Geschrei. Ueber der Oeffnung, hoch oben im Gebirge, schwebte ein Adler und ein anderer flog, während wir in die Höhle gingen, grade aus dieser uns entgegen. In der Höhle waren viele Federhaufen zu sehen, Reste der Mahlzeiten solcher Adler.

Am zweiten Tage sahen wir, wie auf Röstholmen, einer kleinen Insel nahe bei Vaedö, die Jagd auf Lummenvögel (Mormon arcticus)



„Nykerne", von Röstholmen aus gesehen. Lofoten, Norwegen.

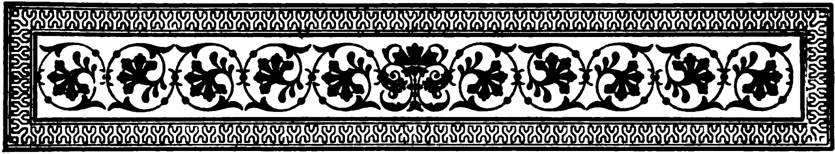
mit Hunden betrieben wurde. Der Lummenvogel hat sein Nest in tiefen Höhlen, wo er es hinter Gestein und unter Grastorf eingräbt. Zur Jagd benutzen die Inselbewohner kleine Hunde, welche eine sehr spitze Schnauze und eine auffällige Aehnlichkeit mit einem Fuchse haben. Sobald der Hund einen Lummenvogel spürt, geht er mit dem Kopfe und dem halben Vorderleib in das Loch hinein, beifst sich in die Lumme fest und zieht sie heraus. Ein kurzer Kampf entsteht draufsen auf der Grasbank; die Lumme ihrerseits beifst mit ihrem Papageienschnabel um sich, wird aber bald von dem Hunde übermannt, der sie über dem Halse zerbeifst. Diese Jagd findet im Monat Mai im grofsen statt. Ein Hund kann dann an einem Tage bis 20 Lummen nehmen, ist aber alsdann von der Anstrengung ganz ermattet.

Von Röst aus wurde die Arbeit auf den Küstenbänken aufserhalb der Lofoten und Vesteraalen fortgesetzt. Es zeigte sich, dafs hier die grofse Meerestiefe dem Lande näher liegt als weiter gegen Süden und dafs ein verhältnifsmäfsig schroff abfallender Abhang von den Küstenbänken hinunter, von 200 angefangen bis zu 3000 m, zu den grofsen Tiefen führt. Bei Andenes liegt der äufsere Rand der Bank, wo der Abhang beginnt, kaum 5 geographische Meilen vom Lande entfernt. Auf dieser Bank wimmelte es von Fischen. Wir fingen auf einer Station, in einer Tiefe von 150 m, Dorsche, Lengen, Brosmen, Bergilte (Rothfisch, Sebastes norvegicus) und Hellbutten (Riesenschollen), alle in grofsen Exemplaren. Am 8. Juli kam die Expedition nach Tromsö.

Vom 14. bis zum 20. Juli wurde das Meer aufserhalb der Küste bis zum 71. Breitengrade bei ziemlich unruhigem Wetter untersucht und alsdann in Tromsö mit der Ausrüstung zu einer längeren Tour nach Westen bis Jan-Mayen vorgegangen.

(Fortsetzung folgt.)





Ueber einige Aufgaben der Photometrie des Himmels.

Von Prof. H. Seeliger,
Direktor der Königl. Sternwarte bei München.

(Schlufs.)

Der in physikalischer Beziehung wichtigste selbstleuchtende Körper ist die Sonne. Aus verschiedenen und nahe liegenden Gründen treten die rein photometrischen Aufgaben, welche dieselbe darbietet, an Wichtigkeit weit zurück gegen die Probleme, welche sie in der Spektralanalyse dargeboten hat. Seit jeher waren es indessen zwei Fragen, mit denen sich die photometrischen Beobachter beschäftigt haben und welche ein allgemeineres Interesse darbieten. Schon Bouguer und Lambert hatten zu bestimmen gesucht, wie sich die Stärke des Sonnenlichtes zu der Lichtstärke anderer Himmelskörper verhalte. Wegen der überaus grofsen Helligkeitsdifferenz, die hierbei unter allen Umständen, selbst wenn der Vollmond als Vergleichsobjekt dient, gemessen werden soll, verursacht die gewünschte Ermittelung nicht gewöhnliche praktische Schwierigkeiten. Die vielen im Laufe der Zeit erlangten Resultate weichen infolge dessen in ganz enormen Beträgen von einander ab. Indessen wird man sich nach Zöllners Messungen doch gewifs eine sehr angenähert richtige Vorstellung von der Stärke des Sonnenlichtes machen können. Danach sendet uns eine von der Sonne beleuchtete kleine Fläche ungefähr 600 000 mal so viel Licht zu, als wenn sie unter sonst gleichen Umständen dem Vollmondlichte ausgesetzt wird.

Die zweite Frage, deren Beantwortung ebenfalls schon von Bouguer und Lambert versucht worden ist, betrifft die Vertheilung der Helligkeit auf der scheinbaren Sonnenscheibe. Es frägt sich nämlich, wobei auf Sonnenflecken, Sonnenfackeln etc. keine Rücksicht genommen werden soll: erscheint die Sonnenscheibe überall gleich hell oder ist ein bestimmtes Gesetz der Helligkeitsvertheilung auf ihr nachweisbar?

Die Beobachtungen haben nun ergeben, dafs das letztere stattfindet und zwar, dafs die Sonnenscheibe in der Mitte beträchtlich heller ist als am Rande, wenngleich diese Lichtvertheilung sich nicht durch eine ganz einfache Formel ausdrücken läfst. Ehe wir aus dieser Thatsache Schlüsse ziehen, wollen wir uns überlegen, welchen Anblick eine glühende Kugel, etwa aus Metall, darbieten wird. Wir werden dies sofort angeben können, wenn wir wissen, wie sich die Helligkeit eines äufserst kleinen ebenen Flächenelementes für einen Beobachter darstellt, der in grofser Entfernung bald mehr bald weniger über die Ebene des Elementes sich erhebt. Erst in der allerneuesten Zeit hat man diesen so einfach scheinenden Vorgang theoretisch richtig analysirt und durch Experimente verfolgt. Diese haben ergeben, dafs ein solches glühendes Flächenelement stets gleich hell erscheint, der Beobachter mag sich in irgend welcher Höhe über demselben befinden, wenn sich nur seine Entfernung von jenem Elemente nicht ändert. Hieraus folgt unmittelbar, dafs eine glühende Kugel den Anblick einer gleichmäfsig erleuchteten Scheibe darbieten mufs, weil eben jedes Element derselben immer gleich hell erscheint, ganz unabhängig; wie es gegen die Gesichtslinie, die dasselbe mit dem Beobachter verbindet, geneigt ist. Voraussetzung ist hierbei selbstverständlich, dafs die Metallkugel in allen ihren Oberflächentheilen denselben Grad des Glühens zeigt. Stellen wir uns also vor, die Sonne sei in der Hauptsache eine gleichmäfsig glühende Kugel, so wird uns dieselbe in gleicher Weise den Anblick einer gleichmäfsig leuchtenden Scheibe gewähren. Dafs die Beobachtungen ein anderes Resultat ergeben haben, wird uns aber in keiner Weise überraschen; denn physikalische Gründe nöthigen uns zu der Vorstellung, dafs der glühende Sonnenkörper allenthalben von weniger heifsen Schichten umgeben ist, die successive weniger Leuchtkraft besitzen und demzufolge in ähnlicher Weise wirken werden wie eine absorbirende Atmosphäre. Eine solche mufs aber bewirken, dafs die Strahlen des scheinbaren Randes, da dieselben eine dickere Schicht des absorbirenden Mediums zu durchlaufen haben, mehr geschwächt werden, als die von der Mitte der Scheibe ausgehenden. Diese Schlufsfolgerung hat bereits Laplace gemacht. Wir dürfen aber nicht erwarten, dafs die von ihm entwickelte mathematische Formel für die Lichtabnahme die Beobachtungen vollständig darstellen wird. Die physikalischen Grundlagen derselben, welche ganz analog denen, wie sie bei der Extinktion des Fixsternlichtes in der Erdatmosphäre gelten, angenommen worden, sind bei so veränderten Umständen sehr berechtigten Zweifeln unterworfen, auch ver-

läfst die rein mathematische Entwickelung bei so sehr viel gröfseren Absorptionen den Bereich ihrer Gültigkeit. Nach den oben gemachten Bemerkungen ist es von selbst klar, dafs auch im vorliegenden Falle spektralphotometrische Methoden einen grofsen Vorzug vor andern besitzen müssen. Herr Professor Vogel in Potsdam hat dies auch vor vielen Jahren bereits erkannt und die genannten Methoden in dieser Richtung angewandt. Einige wenige Zahlen aus seiner Beobachtungsreihe mögen hier der Wichtigkeit und des Interesses wegen, welches ihnen zukommt, angeführt werden. Für die drei Stellen im Sonnenspektrum R, G, B, welche bez. im Roth, Gelb und Blau liegend den Wellenlängen 443, 579, 662 Milliontel Millimeter entsprechen, ergaben sich die Helligkeiten in den Entfernungen E vom Mittelpunkt der Sonnenscheibe, letztere in Einheiten des Sonnenradius ausgedrückt:

E	R	G	B
0	100	100	100
0.2	100	99	99
0.4	98	97	94
0.6	95	91	85
0.8	84	75	67
1.0	30	25	14

Zufolge dieser Zahlen werden also auch in der Sonnenatmosphäre die weniger brechbaren Strahlen nicht unmerklich leichter durchgelassen.

Neben den selbstleuchtenden sind es die von der Sonne beleuchteten Körper, welche in den letzten Jahren Gegenstand der photometrischen Untersuchung waren. Schwierigkeiten sehr ernster Natur stellen sich aber hier der Forschung entgegen und die Zuverlässigkeit der erhaltenen Resultate ist in keiner Weise so unantastbar, wie u. a. Zöllner, der gerade diesen Theil der Photometrie mit besonderem Eifer gepflegt hat, glaubte. Vielleicht war es ein Glück für die Entwickelung dieses Wissenszweiges, dafs sein Vorkämpfer die Bedeutung der neuen Betrachtungen und deren Zuverlässigkeit in manchen Richtungen überschätzte. Jedenfalls hat dieser Umstand die Belebung der wissenschaftlichen Arbeit nur angeregt. Wenn wir jetzt geneigt sind, manche damals gehegte Hoffnung als trügerisch, manches erlangte Resultat als bezweifelbar anzusehen, so wird dadurch das einmal erwachte Interesse an diesen Gegenständen gewifs nicht mehr abgeschwächt werden können.

Als Grundlage für alle Schlüsse, welche aus photometrischen Beobachtungen an Planeten gezogen werden können, ist selbstver-

ständlich das Gesetz anzusehen, welches das Verhältnifs der von einem Oberflächenelement erhaltenen Lichtmenge zu der dem Beobachter zugesandten angiebt. Man kann die in der Natur vorkommenden Körper in zwei grofse Gruppen eintheilen, in spiegelnde, welche auffallendes Licht nur in ganz bestimmten Richtungen zurückwerfen, ohne dasselbe zu färben, und solche, welche das Licht nach allen Richtungen zerstreuen und hierbei demselben eine spezifische Färbung ertheilen. Letztere kann man „zerstreut reflektirend“ oder „absolut matt“ nennen. Diese beiden Gruppen sind durch allmähliche Uebergänge verbunden und gerade diese sind es, die wir in Wirklichkeit antreffen, während die Extreme vielleicht niemals vorkommen. Schon infolge dieser Bemerkung wird man kaum ein Gesetz erwarten, das in gröfserer Allgemeinheit die Stärke der Beleuchtung der irdischen Körper wiedergeben wird, weil diese offenbar von der materiellen Beschaffenheit des sichtbaren Gegenstandes abhängig ist. Verwundern mufs es uns im Gegentheil, dafs man lange Zeit alle sogenannt zerstreut reflektirenden Substanzen durch eine einzige und noch dazu höchst einfache Formel, das sogenannte Lambertsche Gesetz,[1]) umspannen zu können glaubte. Auf dieser Annahme beruhen in der That die meisten Resultate, welche Zöllner auf Grund photometrischer Beobachtungen über die physische Beschaffenheit der Himmelskörper aufgestellt hat. Gerade deshalb aber schien es doch von Wichtigkeit, das Lambertsche Gesetz an Substanzen und speziell an solchen, welchen das Prädikat „exquisit zerstreut reflektirend“ zukommt, wie Gyps, Karton, Marmor etc. zu prüfen. Solche ziemlich ausgedehnte Versuchsreihen wurden vor einiger Zeit auf der Münchener Sternwarte ausgeführt und haben das erwartete Resultat bestätigt, dafs nämlich das Lambertsche Gesetz sich nur in Ausnahmefällen als Näherung an die Wahrheit bewährt. Man könnte indessen glauben, dafs die in der Wirklichkeit vorkommenden Stoffe eben nicht vollkommen dem Begriffe der zerstreuten Zurückwerfung entsprächen, und dafs das Lambertsche Gesetz sich auf einen gewissen idealen Zustand bezöge. Dem gegenüber mufs aber hervorgehoben werden, dafs es bis jetzt nicht geglückt ist, jene Eigenschaften der Materie physikalisch zu definiren, welche das genannte Beleuchtungsgesetz nach sich ziehen, Lambert glaubte zwar seine Formel mit

[1]) Bezeichnet man mit i und ε die Winkel, welche die Richtung von einem Flächenelemente nach der Lichtquelle und nach dem Beobachter mit der Normalen des Flächenelementes bilden, so ist nach Lambert bei unveränderlichen Entfernungen die dem Beobachter zugesandte Lichtmenge proportional mit $\cos i \cdot \cos \varepsilon$.

Hülfe der allgemeinen Sätze über die räumliche Ausbreitung der Lichtbewegung allein ableiten zu können. Sein Gedankengang wurde aber von Zöllner als fehlerhaft nachgewiesen. Letzterer versuchte einen andern Beweis herzustellen, aber auch dieser ist nicht aufrecht zu erhalten.

Da also weder Theorie noch Experiment auf die Lambertsche Formel führen, wird es nicht erlaubt sein, dieselbe zur Grundlage eines ganzen Wissenszweiges zu machen. Aber selbst wenn die Verhältnisse anders lägen, wäre eine Anwendung auf die Himmelskörper nicht ohne weiteres gestattet. Die Oberflächen mehrerer Planeten (z. B. Venus, Mars) sind gewifs nicht viel weniger heterogen zusammengesetzt wie die unserer Erde. Welche fast unberechenbar verwickelte Erscheinungen diese letztere aber in photometrischer Beziehung einem entfernten Beobachter darbieten mufs, habe ich in einem vor kurzem erschienenen Aufsatze[2]), auf den ich wohl verweisen darf, auseinandergesetzt. Zöllner hat wohl diese Sachlage nicht ganz verkannt. Er war aber der Meinung, dafs diejenigen Planeten, welche eine sehr dichte Atmosphäre besitzen (z. B. Jupiter und Saturn), eine Beleuchtung zeigen müfsten, die sich dem Lambertschen Gesetze fügt und dafs man also aus photometrischen Beobachtungen die gewifs wichtige Erkenntnifs erlangen kann, ob ein Planet eine dichte Atmosphäre habe oder nicht. Aber auch diese Meinung ist nicht zutreffend. Wenn man nämlich die hierbei angenommenen Prämissen richtig verfolgt, kommt man zu einem völlig andern Beleuchtungsgesetze.[3])

Nach alledem müssen wir die Meinung aussprechen, dafs im gegenwärtigen Stadium der Entwickelung die Photometrie nicht im stande ist, Aufschlüsse über die physikalische Eigenschaft der Oberflächen der Planeten, wenigstens nicht im Sinne Zöllners, zu liefern. Diese wenig hoffnungsreiche Aussicht darf aber nicht veranlassen, diesen Zweig der Astro-Photometrie von nun ab zu vernachlässigen. Die Konstatirung der Veränderungen der Helligkeiten eines Planeten, die Vergleichung der Helligkeit verschiedener Planeten wird nach wie vor höchst interessant sein und kann dort, wo sich einwurfsfreie Grundlagen der theoretischen Betrachtungen herstellen lassen, zu immerhin wichtigen Resultaten führen. Hierfür können wir schon jetzt einige Beispiele anführen. So wird die photometrische Be-

---

[2]) Zur Photometrie zerstreut reflektirender Substanzen. Sitzungsberichte der k. bayer. Akademie der Wissenschaften. München 1888.

[3]) Vgl. Bemerkungen zu Zöllners photometrischen Untersuchungen. Vierteljahresschrift der astronom. Gesellschaft. Jahrgang 21. 1886.

obachtung der Jupiterstrabanten dazu helfen können, unter Umständen die Rotationsbewegungen dieser Gestirne zu erkennen, wie die dahin gehenden schönen Untersuchungen des leider so früh verstorbenen R. Engelmann ergeben haben.

Ferner hat sich die Aussicht eröffnet, mit Hülfe photometrischer Beobachtungen die Verfinsterungen derselben Trabanten für das Problem der geographischen Längenbestimmungen namentlich auf Reisen und auch für die Theorie der Bewegung dieser Satelliten in gröfserem Umfange nutzbar zu machen als bisher möglich war. Denn solche Beobachtungen erlauben erst einen bestimmten Moment des ganzen Vorganges einer Verfinsterung aufzufassen und so diese Art der Beobachtung mit einer Genauigkeit auszustatten, die man früher auch nicht annähernd erreichen konnte. Schliefslich mag noch ein Fall erwähnt werden, der besonders geeignet ist zu zeigen, wie man unter besonderen Umständen sich von den Hypothesen völlig frei machen kann, welche sonst der Photometrie der Planeten anhaften und wie man zu ganz einwurfsfreien Resultaten gelangen kann. Dieser betrifft den Planeten Saturn mit seinen Ringen.

Seitdem Huygens die wahre Form der Saturnringe erkannt hatte, war dieses merkwürdige Gebilde stets der Gegenstand eifrigster Nachforschungen. Dafs dieses Objekt keinen kompakten starren Körper darstellen könne, wufste man schon, nachdem Cassini die nach ihm benannte Trennungslinie entdeckt hatte; aufserdem hat Laplace gezeigt, dafs ein solcher Zustand wegen der aufserordentlich geringen Dicke der Ringe auf die Dauer gar nicht bestehen könne. Er glaubte deshalb annehmen zu müssen, dafs der Saturnring aus sehr vielen äufserst schmalen konzentrischen und nicht homogenen festen Ringen, die um den Hauptkörper rotiren, bestände. Aber auch ein solches System scheint auf die Dauer nicht stabil sein zu können, vielmehr wird es das Bestreben zeigen, den stattfindenden Zustand der Zusammengehörigkeit zu verlassen; die Ringe werden sich mit der Zeit auf der einen Seite dem Hauptkörper nähern, auf der andern entfernen, bis sie einseitig mit der Oberfläche desselben zusammenstofsen. Nicht viel anders scheint sich die Sache zu gestalten, wenn man die Materie der Ringe als flüssig, ob gasförmig oder tropfbar flüssig, annimmt. Die Einwirkung der 8 Trabanten würde mit der Zeit eine Auflösung der Ringfigur bewirken müssen, die gegenwärtige Figur ist wie man sagt, nicht stabil. Auch die Erklärung der beobachteten Trennungslinien wird auf diesem Wege nicht glücken und der innerste sogenannte dunkle Ring widerspricht direkt einer solchen Ansicht.

Alle Schwierigkeiten fallen aber sofort weg, wenn man die zuerst von Maxwell aufgestellte, dann von Hirn tiefer begründete Ansicht acceptirt, der Saturnring werde von diskreten Massentheilchen gebildet, die sich frei wie Satelliten oder Meteorschwärme um den Saturn bewegen.

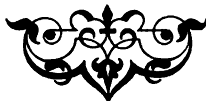
Es ist hier nicht der Ort, im einzelnen zu zeigen, wie in der That alle Erscheinungen, die der Saturnring darbietet, bis ins Detail durch diese Hypothese völlig erklärt werden können, wiewohl diese Aufgabe eine höchst dankbare wäre. Ich will vielmehr nur das hervorheben, was zum Gegenstande dieses Aufsatzes in direkter Beziehung steht.

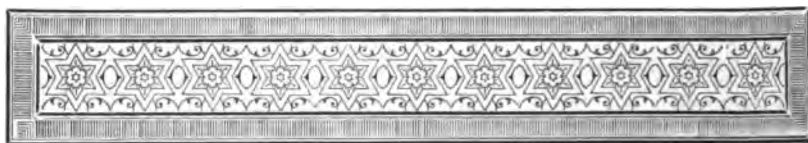
Ich habe schon vor mehreren Jahren nachgewiesen, dafs sich die Thatsache, dafs der Saturnring, obwohl seine Ebene alle möglichen Neigungen zwischen 0 und 30 Grad gegen die Gesichtslinie einnehmen kann, immer nahezu gleich hell erscheint, in der ungezwungensten Weise aus der Maxwell-Hirnschen Theorie ergiebt. Inzwischen hat Herr Dr. Müller, der den Saturn seit Jahren photometrisch verfolgt, gefunden, dafs die Helligkeit des Saturnsystemes sehr bedeutende Variationen aufweise, die nicht von der Stellung der Ringebene gegen die Gesichtslinie, wohl aber von der Lage des Saturn gegen die gerade Linie Sonne—Erde abhänge. Er hat gefunden, dafs die Helligkeit des ganzen Systemes 60 Tage vor oder nach der Opposition nur etwa 80 Prozent von der in der Opposition beträgt. Diese Helligkeitsschwankung mufs nun als Folge der erwähnten Ansicht über die Konstitution des Saturnringes als von dem letzteren allein herrührend angesehen werden, und selbst ihr Betrag läfst sich bei genügender Verfolgung dieser Theorie als mit dem aus den Beobachtungen hervorgehenden vollständig in Einklang bringen. Sehr einfache Betrachtungen lassen die obwaltenden Verhältnisse vollkommen erkennen. Die einzelnen Theile, welche den Ring bilden, werden von der Sonne beleuchtet und von der Erde betrachtet. Hierbei tritt eine doppelte gegenseitige Beeinflussung ein. Erstens beschatten sich die einzelnen Theilchen gegenseitig, zweitens verdecken sie sich theilweise und beide Vorgänge bewirken eine Verminderung der Helligkeit des Gesamtbildes. Die beschatteten und verdeckten Theilchen sind im allgemeinen von einander verschieden, fallen aber dann ganz zusammen, wenn Sonne, Erde und Saturn genau in einer geraden Linie sich befinden. Hier werden keine Schatten wahrgenommen, weil sie ganz von davorstehenden beleuchteten Theilchen verdeckt werden. Je mehr sich aber Saturn von der Geraden

Sonne—Erde entfernt, desto mehr werden die Schatten sichtbar und man sieht also, dafs die Helligkeit des Ringes in der Opposition bei weitem am gröfsten sein mufs.

Ganz ähnliche Vorkommnisse kann man alltäglich, wenn man nur auf sie aufmerksam geworden ist, beobachten. Geht man nämlich bei Sonnenschein und zwar am besten bei nicht zu hohem Sonnenstand über ein Stoppelfeld oder frisch aufgeworfene Ackererde und beachtet hier die Lichtvertheilung, so wird man überrascht sein zu sehen, wie schnell die Helligkeit ganz in der Nähe des Schattens des eigenen Kopfes zunimmt und am Schattenrande selbst sich zu sehr bedeutender Intensität steigert. Das Phänomen, prinzipiell ähnlich dem, welches der Saturnring darbietet, ist, wie auf den ersten Blick ersichtlich, durch ganz ähnliche Ueberlegungen zu erklären.

Die auseinandergesetzten Verhältnisse in mathematische Formeln zu kleiden, bereitet keine besonderen Schwierigkeiten. Ein solches Ausarbeiten der Theorie ist aber absolut nothwendig, denn es genügt niemals, eine Erscheinung nur qualitativ zu erklären, wenn dieselbe sich in zahlenmäfsigen Resultaten ausspricht. Zur vollständigen Durchführung der gestellten Aufgabe waren einige speziellere Annahmen nöthig. Zunächst habe ich die einzelnen Körper, aus denen der Saturnring besteht, als kleine Kugeln angenommen und vorausgesetzt, dafs diese nach den Gesetzen des Zufalles, also nahezu gleichförmig den ganzen Ring ausfüllen. Beide Annahmen sind indefs so allgemein und überdies nur zur Ermöglichung der wirklichen Ausrechnung gemacht, so dafs man in ihnen ein hypothetisches Element nicht erblicken wird. Da weitere Hypothesen, also namentlich nichts über optische Eigenschaften der Materie, aus welchen die Theilchen zusammengesetzt sind, erforderlich waren, so beruht die ganze Berechnung auf so allgemeinen Grundlagen, als man nur wünschen kann. Dafs diese den Beobachtungen sehr gut und namentlich in allen charakteristischen Punkten entspricht, dürfte eine neue und, wie ich glaube, werthvolle Stütze für die Richtigkeit der Maxwell-Hirnschen Theorie bilden.





Die ungewöhnlichen atmosphärischen Erscheinungen nach dem Ausbruche des Krakatau.

Von **Dr. Ernst Wagner,**
Assistent des Königl. meteorologischen Instituts in Berlin.

Um das Bild jener gewaltigen Aeufserung unterirdischer Kräfte in der Erdgeschichte möglichst vollständig für alle Zeiten festhalten zu können, mufs sich zur Geologie noch die Meteorologie gesellen, in deren Gebiet fast ausschliefslich die mannigfachen aufsergewöhnlichen Erscheinungen fallen, welche im Gefolge des Ausbruches während mehrerer Jahre ihren Schauplatz in der Erdatmosphäre hatten. Nachdem diese endlich zur Ruhe gekommen sind, und die vielfachen Anregungen zu wissenschaftlichen Untersuchungen sowie das gewaltige Beobachtungsmaterial in einigen umfangreichen Werken, welche als bleibende Zeugnisse des grofsen Ereignisses gewissermafsen den festen Niederschlag der gewonnenen Resultate repräsentiren, endgiltig niedergelegt sind, möge es gestattet sein, die wesentlichsten Punkte der atmosphärischen Erscheinungen, sowie die aus denselben abgeleiteten neuen Erkenntnisse näher darzulegen. Während das Werk von Professor J. Kiefsling: „Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen u. s. w.“ sich nur mit den atmosphärisch-optischen Störungen beschäftigt, sind von dem umfangreichen Quartbande, in welchem das Krakatau-Comité der Royal Society in London die Ergebnisse seiner Forschungen niedergelegt hat, zwei Dritttheile den atmosphärischen Erscheinungen gewidmet.

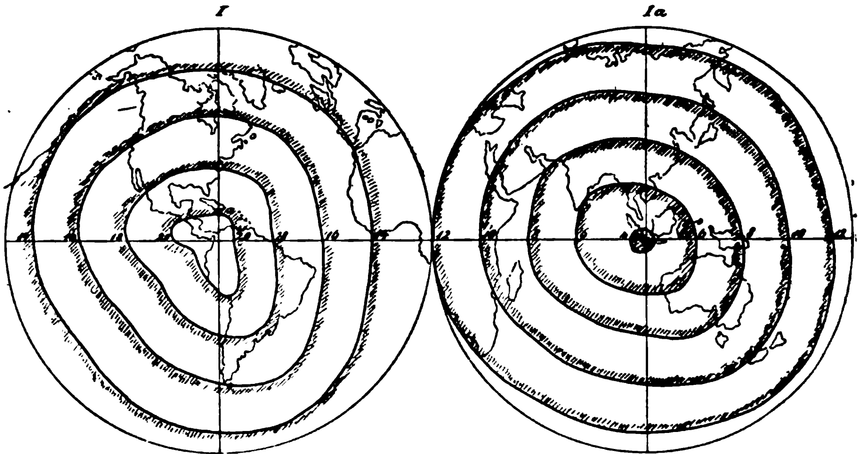
In zwiefacher Beziehung haben auf der Oberfläche der Erde die Nachwirkungen der gewaltigen Explosion in der Sundastrafse festgestellt werden können, erstens durch eine Luftwelle, welche durch die den Einsturz des Kraters begleitende Lufterschütterung hervorgerufen wurde und mehrmals die gesamte Atmosphäre hin- und zurücklaufend umkreiste, zweitens durch aufsergewöhnliche Dämmerungs-Erscheinungen, seltsame Färbungen von Sonne und Mond und einen bisher nicht gesehenen farbigen Sonnenring, welche insgesamt den in die höchsten Höhen der Atmosphäre hinausgeschleuderten Auswurfsprodukten des Vulkans ihre Entstehung verdankten.

Der Verfolgung der grofsen Luftwelle hat der Bericht der englischen Gesellschaft besondere Aufmerksamkeit gewidmet, so dafs wir in der Lage sind, ein genaues Bild eines Hin- und Rücklaufes derselben und zwar des ersten unseren Lesern vorführen zu können. Wahrzunehmen ist eine solche Luftwelle, welche aus einer Verdichtung und nachfolgender Verdünnung der Luft besteht, nur durch das Steigen und Fallen des Barometers, vorausgesetzt dass der Betrag dieser Verdichtung grofs genug ist, um innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der Instrumente überhaupt wahrgenommen werden zu können. Doch ist leicht einzusehen, dafs zum Festhalten einer solchen Erscheinung nur diejenigen Instrumente fähig sind, welche eine kontinuirliche Aufzeichnung ihrer Angaben ausführen, woraus sofort ersichtlich ist, dafs eine solche Untersuchung in keinem früheren Falle hätte angestellt werden können, da Registrirbarometer erst in den letzten Jahrzehnten in allgemeineren Gebrauch gekommen sind. Und zwar genügte es für vorliegenden Zweck nicht, Registrirungen in kurzen Zwischenräumen vorzunehmen, da eine so schnell vorübergehende Erscheinung selten in den Augenblick einer Registrirung fallen dürfte, und selbst dann wegen des Mangels einer Fortsetzung kaum richtig gedeutet werden würde. Daher reduzirt sich die Zahl der Stationen, welche zur Bestimmung des Weges der Luftwelle dienen konnten, auf 47, die über den ganzen Erdball, wenn auch ziemlich ungleich, vertheilt liegen. Diese im Verhältnifs zu der grofsen Menge meteorologischer Stationen, welche den Luftdruck beobachten, geringe Anzahl spricht am deutlichsten für die grofsen Vortheile kontinuirlicher Aufzeichnungen meteorologischer Phänomene.

Nachdem man an den Barogrammen verschiedener Stationen an dem kritischen Tage mehrere spitzenartige Vorsprünge der Kurven bemerkt hatte, welche in bestimmten Abständen sich wiederholten, wurde man dazu geleitet, die Ursache dieser seltsamen regelmäfsig sich erneuernden Störung näher zu untersuchen. Aus der Betrachtung des ganzen verwendbaren Materials ergiebt sich nun, dafs diese Lufterschütterung, sich von dem Krakatau als Centrum aus in kleinen Kreisen erweiternd, rings in der Entfernung von durchschnittlich 90° von demselben einen gröfsten Kreis um die Erde bildete. Da durch die Kugelform der Lufthülle eine weitere Ausbreitung nicht möglich war, begann die Welle sich wieder zusammenzuziehen, und gelangte in immer kleineren Kreisen endlich zu den Antipoden des Krakatau. Dieser Punkt wurde hiermit zu einem neuen Erschütterungspunkte der Luft, der Vorgang wiederholt sich von hier aus in derselben Weise,

so dafs die dritte Welle wieder vom Krakatau ihren Anfang nahm. So intensiv war die ursprüngliche Erschütterung, dafs sieben Störungen des Luftdruckes nachweisbar sind, indem die Welle viermal vom Krakatau auslief, und dreimal von seinem Antipodenpunkte, der in der Gegend von Bogotà in Columbia zu suchen ist, zurücklaufend wahrgenommen wurde.

Die Luftdruckschwankung, welche der grofsen Explosion am Vormittag des 27. August 1883 folgte, begann mit einem plötzlichen Steigen des Barometers, welchem nach einigen geringen Oscillationen ein plötzliches Fallen folgte; dieser Vorgang wiederholte sich bei den dem Krakatau zunächst gelegenen Stationen andauernd mehrere Male

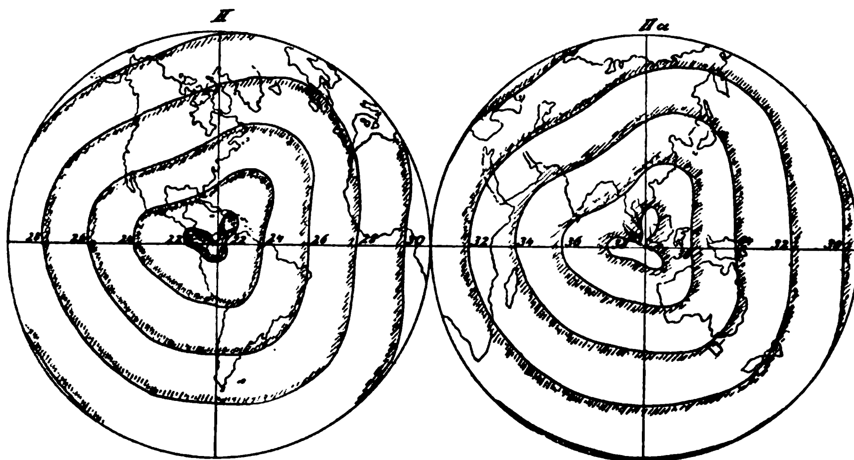


Fortpflanzung der ersten Luftwelle bis zu den Antipoden von Krakatau.
(Die beigedruckten Zahlen geben die Zeit in Stunden an, welche die Luftwelle gebrauchte, um bis zu der betreffenden Stelle vorzudringen.)

während etwa zweier Stunden sehr ausgeprägt bei der ersten Störung, aber auch bei fernen Stationen noch merklich. Die weiteren Vorübergänge der Luftwellen, von welchen die eine von Ost nach West, die andere in entgegengesetzter Richtung die Erde umkreiste, zeigten sich nur durch ein kurzes plötzliches Steigen an. Für Greenwich z. B. beträgt die Zeit zwischen je zwei Wellen vom Krakatau nach West im Mittel $12^1/_2$ Stunde, während die Wellen mit dem weiteren Umwege durchschnittlich 24 Stunden brauchten, mit gröfseren Abweichungen im einzelnen, so dafs in etwa 36 Stunden ein gröfster Kreis auf der Erdkugel durchlaufen wurde.

Aus den Barogrammen der fünf nächstliegenden Stationen gelang es den Zeitmoment der Hauptexplosion, über welchen direkte Angaben von völliger Genauigkeit fehlten, innerhalb einiger Minuten zu fixiren,

und zwar auf 2^h 56^m mittlere Greenwichzeit, oder 9^h 58^m Lokalzeit von Krakatau. Eine Bestätigung dieser Bestimmung liefern Aufzeichnungen aus Batavia, welche zwar nicht zu wissenschaftlichen Zwecken gemacht worden waren, aber in diesem Falle die Abwesenheit eines Registrirbarometers in Batavia zu ersetzen vermochten. An den seltsamen Sprüngen, welche der Indikatorstift des Registrirapparates an dem Gasometer der Gasfabrik in Batavia ausführte, läfst sich in dem gröfsten Ausschlage des Schreibstiftes, welcher über den Papierstreifen hinaussprang, der Zeitpunkt zwischen 10^h 15^m und 10^h 20^m fixiren. Da die Zeitdifferenz Krakatau-Batavia $+ 5.4^m$ beträgt, und die Luftwelle die Strecke von 1^0 22′ gröfsten Kreises in etwa 7.8^m durchlaufen haben



Erste Luftwelle, von den Antipoden des Krakatau bis zum Ursprungsorte zurückkehrend.

dürfte, so würde die obige Zahl 10^h 11^m ergeben, was in Anbetracht der möglichen Ungenauigkeiten gut übereinstimmt.

Die Geschwindigkeit der Luftwelle pro Stunde schwankt zwischen 9.75 und 10.5 Aequatorgraden, woraus sich Zahlen ergeben, welche mit der Geschwindigkeit des Schalles in der Luft nahe übereinstimmen. Eine genauere Untersuchung der Verbreitungskurven der Luftwelle zeigt, dafs ihr Fortschreiten nicht in allen Richtungen gleichmäfsig stattfand, sondern dafs die Witterungsverhältnisse in den verschiedenen Regionen des Erdballes erhebliche Veränderungen in den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten bedingten, welche bei den mehrfachen Wiederholungen in immer gröfserem Mafse auftreten mufsten, so dafs die ursprüngliche Kreisform bald komplizirteren Kurven Platz machte. Sehr merklich ist dieser Unterschied in der Richtung mit und gegen die Erdrotation bei den Stationen in Australien und Neuseeland, indem

die nach Ost gerichteten Wellen eine Beschleunigung aufweisen, welche durch westliche Winde, die in dieser Gegend vorwaltend sein konnten, erklärlich ist. Ebenso mögen es die besonderen Witterungsverhältnisse im Südpolargebiete veranlafst haben, dafs die über den Südpol streichende Luftwelle zuerst eine erhebliche Verlangsamung, bei der späteren Rückkehr eine beträchtliche Zunahme der Geschwindigkeit erfuhr.

Dafs eine so energische Lufterschütterung sich auch durch das Gehör in bisher noch nicht beobachteten Entfernungen bemerklich machte, kann hiernach nichts Auffallendes mehr haben; die Fläche, über welcher die stärksten Detonationen vernehmbar waren, umfafst nahezu $^1/_{13}$ der gesamten Erdoberfläche, und hat etwa die Gestalt einer nach West verlängerten Ellipse mit Krakatau als Mittelpunkt. Besonders interessant ist der Bericht des Polizeichefs James Wallis in Rodriguez, welche Insel etwa 4890 km südwestlich von Krakatau liegt. „Am 26. August war das Wetter stürmisch mit starken Regenböen, es wehte aus Südost in Stärke 7—10 der Beaufortskala. Mehrmals wurden in der Nacht zum 27. Detonationen von Ost her vernommen, wie ferner Donner von schwerem Geschütz. Diese Knalle wurden in Intervallen von 3—4 Stunden bis 3 Uhr Nachmittags (mit Berücksichtigung der Schallgeschwindigkeit und Längendifferenz etwa 2 Uhr Nachmittags Lokalzeit in Krakatau) deutlich gehört.“ Aehnlich lauten die Berichte aus vielen Hafenplätzen; vielfach glaubte man Schiffe auf hoher See in Noth, und sandte, wie in Tavoy (Britisch-Burma) und Port Blair auf den Andamanen vergeblich Schiffe zur Hilfe aus.

Als erste atmosphärisch-optische Störung, welche zunächst durch den Aschenauswurf des Vulkans hervorgerufen wurde, sind die ungewöhnlichen Färbungen von Sonne und Mond zu nennen, welche in der Tropenzone, und zwar zuerst im Indischen Ozean, vereinzelt auch in höheren Breiten beobachtet wurden. Bereits bei den ersten Ausbrüchen wurden in der Nähe des Vulkans diese Färbungen wahrgenommen, welche später ebenfalls in den gröfsten Entfernungen sich bemerklich machten, und zwar an Bord des deutschen Kriegsschiffes „Elisabeth“ am 20. Mai. Damals trieb der Krakatau eine weifse 11 km hohe Rauchsäule empor, aus welcher sehr feiner graugelber Staub niederfiel. Am Morgen des 21. Mai war das Sonnenlicht sehr geschwächt, und die Sonnenscheibe erschien in einem fahlen Blau. Die blaue Färbung erscheint nach der grofsen Katastrophe häufig, vielfach wird jedoch von einer grünen Sonne gesprochen, und für die dem Aequator nahen Theile des Indischen Ozeans überwiegt die grüne Farbe längere Zeit. Auf Ceylon wurde vom 9. bis 12. September die

Sonne nach ihrem Aufgang, wenn sie in der Höhe von etwa 10^0 sichtbar wurde, in schönstem Grün leuchtend gesehen. Bei weiterem Steigen wandelte sich das Grün in glänzendes Blau, etwa wie brennender Schwefel. Selbst im Zenith zeigte sich die bläuliche Färbung, ähnlich der des Mondlichtes, deutlich. Die umgekehrte Farbenfolge trat entsprechend beim Untergange ein. Aufser diesen häufigsten Färbungen wird noch eine kupferfarbige, resp. silber- oder bleigraue Sonne erwähnt. Die verschiedenen Färbungen bei Aenderung der Sonnenhöhe deuten darauf hin, dafs diese das Sonnenlicht absorbirende Schicht eine Art selektiver Absorption ausübte. Wo die Asche am dichtesten war, und die gröfseren Partikel die Strahlen von gröfserer Wellenlänge, die feineren die von kürzerer Wellenlänge absorbirten, fand eine allgemeine Absorption statt, woher das silbergraue Licht; in gröfserer Entfernung waren die Asche führenden Luftschichten weniger dick, so dafs die Absorption nach dem rothen Ende des Spektrums stärker wurde, und daher die Sonne einen blauen Schein annahm. Da mehr nach dem Horizonte hin die Sonnenstrahlen immer gröfsere Strecken zu durchlaufen haben, die mit Wasserdampf und Staub erfüllt sind, welche die blauen Strahlen immer mehr absorbiren, so werden beide Enden des Spektrums geschwächt und die grüne Farbe tritt um so deutlicher hervor. In der unmittelbaren Nähe des Horizontes, wo die Absorption und Diffraktion durch den Wasserdampf der weiteren Atmosphärenstrecke überwiegt, geht diese Farbe durch Gelb und Orange schliefslich in das gewöhnliche Roth des Sonnenunterganges über, wie auch meist beobachtet wurde.

Dafs diese Sonnenfärbungen durch Staub, vulkanische Asche oder Verbrennungsprodukte öfter vorkommen, wird durch eine gröfsere Anzahl von älteren Beobachtungen unterstützt; hervorzuheben ist eine Beobachtung Whympers, betreffend einen Ausbruch des Cotopaxi am 3. Juli 1880. Er sah durch die Rauchwolken die Sonne lebhaft grün gefärbt, worauf die Farbe plötzlich in Blutroth und Kupferfarbe überging, je nachdem die Dicke der Asche führenden Wolken zunahm. Indessen ist nicht etwa nur die äufserst feine vulkanische Asche allein im stande, solche abnormen Färbungen zu erzeugen, sondern auch die Rauchwolken, welche bei den über ungeheure Flächen Amerikas und namentlich West- und Centralafrikas in den heifsen Jahreszeiten stattfindenden Grasbränden grofse Quantitäten von Pflanzenasche weithin entführen, besitzen diese Fähigkeit in hohem Mafse, überhaupt jede sehr fein vertheilte Materie, deren einzelne Theilchen von gleicher Gröfse sind, wie es durch die Untersuchungen von Kiefsling

unzweifelhaft bewiesen ist. Hiernach würden in den ungeheuren Mengen von Wasserdampf und Rauch, sowie namentlich schwefelhaltigen Verbindungen, welche in die Höhen der Atmosphäre geschleudert wurden, jene sehr kleinen Körperchen zu suchen sein, welche die farbenprächtigen Erscheinungen der blauen und grünen Sonne auch in Gegenden beobachten liefsen, wohin die Asche des Vulkans nicht mehr gelangte. So gut es nun auch Kiefsling experimentell gelungen ist, alle diese Färbungen des Sonnenlichts in mechanisch erzeugtem Staub und künstlichem Nebel verschiedenster Beschaffenheit zu erzeugen, so unvollkommen ist bisher die theoretische Entwicklung des wahren Herganges der Sache geblieben. Denn es sind weder reine Beugungs- noch reine Absorptionsfarben. Wahrscheinlich spielen auch Reflexionen zwischen den einzelnen Stofftheilen eine wesentliche Rolle, weshalb Kiefsling den ganzen Vorgang, der diesen Erscheinungen zu Grunde liegt, durch die besondere Bezeichnung „optische Diffusion“ resp. „Diffusionsfarben“ für die entstehenden Färbungen von reinen Beugungs- resp. reinen Absorptionsphänomenen unterschieden wissen will.

Diese Schichten, in welchen die eben beschriebenen Färbungen der Sonnenscheibe und auch die übrigen aufsergewöhnlichen Lichterscheinungen erzeugt wurden, entstammen offenbar den grofsen Ausbrüchen am 26. und 27. August, an welchen die vulkanische Kraft aufs höchste gesteigert war, und zeigten sich, auf ihrem Wege nach Westen als immer breiter werdender Gürtel die Erde umkreisend, auch in weiten Entfernungen von ihrem Ausgangspunkte bis in unsere Breiten hin als eine besondere Art Dunst deutlich erkennbar. Im Indischen Ozean und der Aequatorialzone überhaupt war dieser Dunst noch nach Wochen so dicht, dafs die Sonne schon einige Grad über dem Horizont darin völlig verschwand, während er in höheren Breiten meist nur bei Sonnen-Aufgang und -Untergang merklich hervortrat. Obwohl derselbe vielfach Andeutungen von Streifungen zeigte, welche etwas an die Streifungen in den höchsten Cirrus- und Cirrostratuswolken erinnerten, unterschied er sich doch deutlich von solchen nur aus Kondensation des Wasserdampfes hervorgehenden Wolkengebilden. Vielmehr erschien er auch bei unmittelbarer Betrachtung weit über der Höhe der höchsten Wolken zu schweben, und machte in der Nähe des Horizontes den Eindruck sehr feinen bläulichen, meist aber bräunlichen Rauches.

Die Anwesenheit dieses in den Höhen der Atmosphäre sonst nicht in gröfserer Menge vorkommenden äufserst homogenen Stoffes

bewirkte neben dem hohen Wassergehalte der oberen Schichten hauptsächlich jene aufserordentliche Verstärkung der gewöhnlichen Dämmerungserscheinungen, welche fast an allen Orten, wohin die feinsten Auswurfsprodukte des Krakatau von den oberen Luftströmungen überhaupt getragen wurden, in gleicher Weise beobachtet worden sind. Wenngleich, wie erinnerlich, das farbenprächtige, weit über die gewöhnliche Länge der normalen Dämmerungen dauernde Glühen des Himmels die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zog, und so die Sammlung einer ungeheuren Zahl von Beobachtungen ermöglichte, wäre es dennoch nicht leicht gewesen, die besonderen Abweichungen von dem normalen Verlaufe festzustellen, da letzterer durchaus nicht so genau bekannt war, als man bei einer so häufigen, überall zu beobachtenden Erscheinung erwarten sollte, hätte man nicht in den bereits im Jahre 1863 von Professor von Bezold*) beschriebenen normalen Dämmerungsphänomenen bei wolkenfreiem Himmel eine zuverlässige Norm.zum Vergleiche besessen.

Es ist hier nicht der Ort auf diese klassische Darstellung näher eingehen zu können, doch sei ausdrücklich hervorgehoben, dafs von Bezold für die verschiedenen Akte der Gesamtentwickelung des Phänomens die kurzen und treffenden Bezeichnungen gegeben hat, durch welche präzise Beschreibung und zweifellose Deutung der Erscheinungen so sehr erleichtert werden. Hiernach hat man bei Sonnenuntergang zu unterscheiden: erstens das helle Segment, welches über der untergegangenen Sonne aufsteigt und die dem rothen Ende des Spektrums benachbarten Farben zeigt. Es wird von den höheren Theilen des Himmels durch eine helle Zone (Dämmerungsschein) geschieden. Ihm gegenüber zeigt sich auf der Ostseite, deutlich in die trüben, purpurnen Farben der Gegendämmerung hineinschneidend, das dunkle Segment, nämlich der aschfarbene Erdschatten. Längere Zeit nach dem Untergang der Sonne entwickeln sich hoch über dem Horizont, etwa in 25° Höhe hell rosenrothe Farben, welche sich zu einer kreisförmigen Scheibe von grofsem Umfange ausdehnen. Während der Radius dieser Scheibe allmählich zunimmt, sinkt ihr Mittelpunkt scheinbar hinter das helle Segment abwärts, so dafs sich schliefslich die Grenze der Scheibe mit dem hellen Segment vereinigt. Dies ist das erste Purpurlicht, welches z. B. auch die Ursache des Nachglühens der Alpen ist. Sein Helligkeitsmaximum tritt ein, wenn die Sonne etwa 3,4 bis 4,5° unter den Horizont gesunken ist. Wenn das erste

*) Poggendorf Ann. 123. S. 240—276.

Purpurlicht hinter dem hellen Segmente verschwunden ist, erscheint am Osthimmel ein zweites dunkles Segment, während sich zugleich der ganze Vorgang, wenn auch in weniger glänzenden Farben wiederholt. Es erscheint ein zweites helles Segment über dem immer tiefer sinkenden ersten, und bei sehr klarem Himmel hierauf bisweilen das zweite Purpurlicht, meist in etwas geringerer Höhe als das erste. Mit ihm ist ein nochmaliges Anwachsen der Helligkeit verbunden, und erst nach dem völligen Verschwinden derselben hinter dem zweiten hellen Segment tritt mit dem Erlöschen des letzteren das Ende der astronomischen Dämmerung ein.

Diese Erscheinungen der Abenddämmerung und in umgekehrter Folge der Morgendämmerung wurden nun durch die den Himmel überziehende Dunstschicht zu einer in den letzten Jahrzehnten in unseren Breiten nicht wahrgenommenen Intensität und Leuchtkraft der Farben gesteigert — insbesondere war es die aufserordentliche Helligkeit und Dauer des zweiten Purpurlichtes, welche die Verwunderung auch des Unaufmerksamsten erregen mufste, und wegen seiner purpur- oder blutrothen Färbung irrthümlich zuerst als Nordlicht oder Widerschein einer grofsen Feuersbrunst gedeutet wurde, zumal dasselbe oft noch bis zwei Stunden nach Sonnenuntergang sichtbar blieb.

Einige Beobachtungen jener Zeit aus fernen Ländern mögen hier zum Beweise folgen, dafs erstens von Bezolds Norm der Dämmerungen unter allen Breiten zutreffend bleibt, und zweitens die selteneren Erscheinungen des normalen Falles aufsergewöhnlich verstärkt auftraten. Mittheilungen an den „Sidney Herald“ von L. Hargrave am 25. Sept. 1883 und später lauten wie folgt: „In betreff des Rothglühens des Himmels, welches seit einiger Zeit so andauernd nach Sonnenuntergang eintritt, mufs ein flüchtiger Blick einen Jeden überzeugen, dafs es sich nicht um den gewöhnlichen rothen Sonnenuntergang handelt. Die Erstreckung von Südwest bis West und sogar noch weiter nach Nord macht seine Natur als Südlicht sehr unwahrscheinlich, und ich meine daher, dafs dasselbe nur durch vulkanischen Staub verursacht sein kann. Wiederholt habe ich die Sonne an wolkenlosem Himmel als orangengelbe Scheibe untergehen sehen, 15—20 Minuten nach ihrem Untergange scheint die Tageshelligkeit abzunehmen, da plötzlich zeigt sich ein ovaler Fleck weifslichen Lichts in der Höhe von 25—30°, der schnell seine Farben wechselt, indem er in gelbliches Purpur, Rosenroth, Ziegelroth und Karminroth übergeht, wobei er sich zugleich erweitert und dem Horizont zueilt. Etwa 45 Minuten nach Sonnenuntergang ist diese Phase beendet, und nun erscheint wiederum in 30° Höhe die

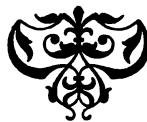
leuchtende Purpurfarbe, während der Horizont bräunliche Töne annimmt. Die zweite helle Scheibe ist weiter ausgedehnt und weit weniger scharf begrenzt als die erste, ihre Farbe wandelt sich in gelbliches Purpur, Gelbroth, Ziegelroth und Karmin, dehnt sich immer mehr im Azimuth aus und verschwindet etwa $1^3/_4$ Stunden nach Sonnenuntergang am Horizont, womit die letzte Spur von Färbung des Himmels erloschen ist." Aus Wooster, Ohio U. S., schreibt Prof. Stoddard: „Am meisten trat das Purpurlicht hervor, dessen Erscheinungsweise mit der in England und dem europäischen Kontinent beobachteten übereinstimmt. Vom 27. November 1883 bis 17. Januar 1884 habe ich sieben Beobachtungen machen können, wobei in drei Fällen das Purpurlicht, wenn auch schwach, bis zum Zenith aufstieg. Am 28. Dezember, wo es am glänzendsten auftrat, bildete sich am Osthimmel ein Bogen mit sehr zarten, unmerklich ineinander übergehenden, rothen und gelbgrünen Farben. Das Purpurlicht in der Höhe tauchte alle nach Westen schauenden Gebäude in ein zauberhaftes, überirdisches Licht, und erzeugte schwache Schatten auf dem Schnee. Dreimal erschienen zarte Cirrusstreifen im ersten Purpurlicht, das zweite jedoch stieg stets in glänzender Farbenpracht an völlig heiterem blauem Himmel auf."

Ausführlicher schildert Prof. Divers in Japan die Erscheinungen des Dezember 1883, wobei zugleich des noch zu besprechenden Sonnenringes Erwähnung geschieht. „An manchen Tagen umgiebt die Sonne, auch bei hohem Stande, eine ausgedehnte silberweifs leuchtende Fläche von 40—50° Durchmesser, die von einem schmutzig rothen oder rothbraunen Ringe begrenzt ist. Eine ähnlich gefärbte dunstartige Trübung liegt am Horizont, bei dem Niedergang der Sonne vermischt sich der Ring mit derselben; während er über der Sonne sich verdünnt und verschwindet, bleibt der silberweifse Glanz ungeschwächt. Bei Sonnenuntergang hat die kreisförmige Fläche dieses intensiven Lichtes etwa 12° Durchmesser, und diese erscheint manchmal auch allein an denjenigen Tagen, wo die röthliche Färbung des Ringes und des Horizontes nicht merklich ist. Aufserdem bleibt die Sonne weifslicher als sonst, so dafs sie nur goldorange gefärbt verschwindet. Die weifse Scheibe dehnt sich am Horizont aus, und durchläuft dabei die röthlichen Töne des gewöhnlichen Sonnenunterganges, worauf nur etwa ein röthlicher Streifen von 2° Höhe übrig bleibt, was etwa 20 Minuten nach Sonnenuntergang eintritt. Nun erscheint auf dem grauen Hintergrunde im Westen ein heller Fleck, der schnell an Leuchtkraft zunimmt, und sich über den ganzen Westhimmel ausdehnt, welcher über der untergegangenen Sonne am glänzendsten ist und prächtige Farben annimmt.

Ueber einer etwas abgeflachten kreisförmigen Fläche von ca. 12° Höhe und 15° Breite liegt ein zarter grünlicher Ton, darüber zartes sehr leuchtendes Gelborange, in der Höhe zieht sich das schönste Rosenroth allmählich verschwindend bis zum Zenith. Dieses Wiederaufleuchten ist besonders eindrucksvoll, die Häuser sind von Licht überfluthet, das kräftige Schatten wirft. Das Aufglühen dauert etwa 5 Minuten und hält etwa eine Viertelstunde mit abnehmender Intensität an, wobei das Grün in Gelb übergeht, die helle Scheibe langsam versinkt, und die rothen Färbungen etwa $^1/_3$ des ganzen Horizontes umspannen. Inzwischen ist der Osthimmel schon in Dunkelheit gehüllt, doch nun beginnt sich noch einmal zart silberweifses Leuchten im Westen zu zeigen, das sich mit grofser Schnelligkeit zum Zenith und nach Nord und Süd ausdehnt, sich dann wieder zusammenzieht, nachdem es wiederum ziemlich intensiv die Farben des Sonnenunterganges durchlaufen hat. Trotzdem nun völlige Nacht sein sollte, glüht von West her ein zarter aber hellleuchtender Schein, der dem Brande einer fernen Stadt zum Verwechseln ähnlich sieht, bis auch dieser etwa $1^1/_2$ Stunden nach Sonnenuntergang endlich verschwunden ist."

Dafs in diesem röthlichen Scheine der Mond, die Venus und Sterne erster Gröfse in schönstem Grün sich zeigten, wie von vielen Stellen berichtet wurde, ist als Wirkung der Kontrastfarben leicht erklärlich.

(Schlufs folgt.)





Photogravure u. Druck v. H. Riffarth, Berlin.



Der Yellowstone Park.

Von Prof. K. v. **Zittel**,
Direktor der paläontologischen Staats-Sammlung in München.

In der nordwestlichen Ecke des Territoriums von Wyoming, da wo dasselbe mit Montana und Idaho zusammenstöfst, liegt das berühmte Wunderland Nordamerikas, der Yellowstone Park. Durch gesetzlichen Schutz vor Ansiedelungen und spekulativen Unternehmungen gehütet, bildet das Gebiet einen der ganzen Bevölkerung der Vereinigten Staaten gehörigen, der Erholung und dem Vergnügen gewidmeten Zufluchtsort. Es ist allerdings fern von den volkreichen Hauptstädten des Ostens gelegen und von New-York erst durch eine drei- bis viertägige Eisenbahnfahrt zu erreichen; allein die Verkehrsmittel in Nordamerika sind so vortrefflich, die Verpflegung und Kommunikation im Nationalpark selbst so vorzüglich geordnet, dafs ein Besuch des letzteren gegenwärtig ohne erhebliche Anstrengung, ja sogar ohne allzu grofse Kosten vielen Tausenden möglich gemacht ist. Das Tafelland der westlichen Vereinigten Staaten steigt stetig an, so dafs bereits Wisconsin und Dakotah eine bedeutende Höhenlage besitzen und in Montana der Fufs des Felsengebirges ohne auffallende Steigung erreicht wird. Im Yellowstone Park befindet man sich im Herzen dieses mächtigen, wenn auch nicht überall grofsartigen Gebirgszuges. Die Wasserscheide des Kontinentes zieht durch die südliche Hälfte des Parkes, dessen mittlere Höhenlage von ca. 8000 Fufs etwa dem Ober-Engadin entspricht. Auch das Klima zeigt damit viele Uebereinstimmung; der Sommer beginnt erst in der zweiten Hälfte des Juni und im September kündigen Nachtfröste und gelegentliche Schneeschauer bereits den kommenden Winter an. Sind die ursprünglichen Wälder aus Nadelholz und Birken auch zum Theil durch Böswilligkeit oder Unvorsichtigkeit dem Feuer zum Opfer gefallen, so ist doch die Waldvegetation abseits von der Hauptverkehrsstrafse noch in ihrer urwüchsigen Grofsartigkeit erhalten geblieben. Und nicht nur durch Waldreichthum, sondern auch durch eine Fülle von fliefsenden

Gewässern und Seen zeichnet sich der Yellowstone Park vortheilhaft von anderen Theilen der Rocky Mountains aus.

In einer Höhe von 7740 Fufs liegt der 240 qkm. grofse Yellowstone See, der umfangreichste und höchst gelegene unter allen Gebirgsseen Nordamerikas. Aus ihm entspringt der Yellowstone Flufs, der nach kurzem Lauf durch einen hügeligen, mit Wald und Wiesen bedeckten Thalkessel das Washburn-Gebirge durchschneidet und nach mehreren herrlichen Wasserfällen in einer von 1800 Fufs hohen Wänden begrenzten Schlucht, die an landschaftlicher Schönheit mit den berühmtesten Alpenthälern Europas wetteifert, dahinstürmt.

Den Weltruhm verdankt jedoch der Yellowstone Park weniger seiner Oberflächengestaltung, als den daselbst in wunderbarer Mannigfaltigkeit zu Tage tretenden Symptomen einer im Erlöschen begriffenen vulkanischen Thätigkeit. Mit Ausnahme schmaler Striche im Osten und Norden besteht der ganze Boden des Nationalparks aus Eruptivgesteinen von jugendlichem Alter. Drei Perioden vulkanischer Thätigkeit lassen sich unterscheiden. Die erste und heftigste fällt in die Tertiärzeit; Andesit-Trachyte flossen damals aus zahlreichen mächtigen Kegelbergen hervor und bedeckten fast das ganze Gebiet. Später lieferten die vulkanischen Mündungen quarzführende Trachyte (Rhyolite), Tuffe, Obsidiane und Gläser der verschiedensten Zusammensetzung, und zuletzt brachen an einzelnen Stellen dunkelgefärbte Basalte aus, die sich beim Erstarren säulenförmig absonderten und über die älteren vulkanischen Gesteinen ausbreiteten. Die Eiszeit kam und legte eine Decke von Schnee und Eis über die erloschenen Krater, deren äufsere Formen durch die beim Abschmelzen der Gletscher entstandenen Fluthen bis zur Unkenntlichkeit zerstört sind. Heute besitzt der Yellowstone Park keinen aktiven oder auch nur rauchenden Vulkan mehr; die Thätigkeit derselben fand vor und während der Eiszeit ihren Abschlufs, allein im Erdinnern dauert die vulkanische Gluth fort und tausende von heifsen Quellen dringen als Sendboten aus der unterirdischen Werkstätte an die Oberfläche.

Beim Eintritt in den Yellowstone Park von Norden her erregt der Wunderbau der heifsen Mammuth-Quellen (Mammouth hotsprings) das Staunen des Besuchers. Unser Titelbild giebt eine Ansicht derselben nach einer Photographie hergestellt. In vier terrassenförmigen Hauptstufen steigt der schneeweifse Tuffhügel etwa 3—400 Fufs an der Berglehne empor. Jede Stufe enthält eine Anzahl rundlicher Becken von verschiedenem Umfang und diese sind mit krystallklarem, heifsem Wasser gefüllt. Auf Spalten steigt das in die Tiefe gedrungene meteorische

Wasser, nachdem es sich in der Nähe des glühenden vulkanischen Erdinnern erhitzt, in die Höhe und indem es die am Nordrand des Yellowstone Parkes vorhandenen kalkigen Schichten durchdringt, nimmt es grofse Mengen doppelt kohlensauren Kalkes auf. In viele Rinnsale vertheilt, sucht die heifse Fluth die Thalsohle zu erreichen; auf ihrem Wege über die Stufen des Tuffberges entstehen Absätze von Kalksinter in Form von Stalaktiten und traubig schaligen Massen, welche



Der Yellowstone Park im Territorium Wyoming.

ganze Reihen von phantastisch gestalteten Wannen bilden, die bis zum Rand mit Wasser gefüllt sind. Aber nicht nur schneeweifser Kalksinter, sondern auch in geringerer Menge andere Substanzen, namentlich Verbindungen von Eisen, Mangan, Magnesium und Natrium werden bei der Verdunstung des Wassers ausgeschieden und rufen im Verein mit zierlichen Algen die prächtigsten schwefelgelben, scharlachrothen und braunen Farbenmischungen hervor. Die Temperatur der Mammuth-Quellen schwankt an ihrem Ursprung zwischen

70 und 74° C.; sie enthalten in 1000 g Flüssigkeit etwa 1 g mineralischer Bestandtheile und zwar kohlensauren Kalk (24,8 pCt.), schwefelsaures Natron (35,5 pCt.), Kochsalz (13,5 pCt.), schwefelsauren Kalk (13,5 pCt.) und kleine Quantitäten von Kieselerde, Magnesia und anderen Substanzen.

Wenige Meilen südlich von Mammouth Hotspring beginnt das Geysir-Gebiet. Hier macht sich der vulkanische Einfluſs noch direkter und bestimmter geltend, als bei den Kalkthermen am Nordrand des Parkes. Die kochenden, theilweise überhitzten Gewässer dringen bei ihrem Aufsteigen durch vulkanische Gesteine und nehmen hierbei vorzugsweise leichtlösliche kieselsaure Alkalien und freie Kieselsäure auf. Wo sie zu Tage treten, hinterlassen sie beim Verdunsten ein schneeweiſses Kieselmehl, das wie eine Schneedecke den Boden der drei kesselartigen Einsenkungen bedeckt, in denen sich die Thätigkeit der heiſsen Springquellen hauptsächlich abspielt. Im Norris-Becken brechen allenthalben heiſse Dampfwolken und zischende Gase aus Spalten der Böschungen und der Sohle der weiten kraterähnlichen Vertiefung hervor. Zahlreiche kleine Weiher sind mit azurblauem oder lichtgrünem Wasser, andere mit braunem, brodelndem Schlamm erfüllt, der von Zeit zu Zeit durch explodirende Dämpfe in die Höhe geschleudert wird. Die Mehrzahl der Wasserbecken sind ächte Geysir und in der Regel durch eine groſse Unruhe ihres Wasserspiegels kenntlich. Die Springquellen des Norrisbeckens gehören zu den kleinsten aber zugleich zu den thätigsten des Yellowstone Parkes. So geräth das Wasser des „kleinen Minutenmannes“ alle 40—60 Sekunden in stürmische Bewegung, wallt zwei- bis dreimal auf und nieder, um schlieſslich als schimmernde Garbe etwa 25—30 Fuſs in die Höhe zu steigen. Nur wenige Sekunden dauert die Eruption, dann sinkt Alles zusammen und die vorher aufgeregte Wassermasse liegt ruhig und unbeweglich da.

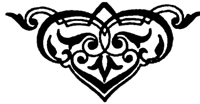
Weit reicher noch entfaltet sich das Geysirphänomen in den beiden, wenige Meilen südlicher gelegenen Becken am Firehole River. Wo sich die beiden Arme dieses Flusses vereinen, dehnt sich eine ca. 100 qkm. groſse, mit schneeweiſsem Sinter bedeckte Niederung aus. Nahezu 700 heiſse Quellen und 17 Geysir dringen hier aus der Tiefe empor. Wohin der Blick sich wendet, überall treten ihm Symptome der unterirdischen Kräfte entgegen, und während eines Rittes durch die Niederung hat man Gelegenheit, verschiedene Geysir-Eruptionen zu beobachten. Die groſsartigsten Springquellen (der Excelsior, Grotto-, Giant-, Castle-, Giantess-Geysir u. s. w.) liegen am südlichen

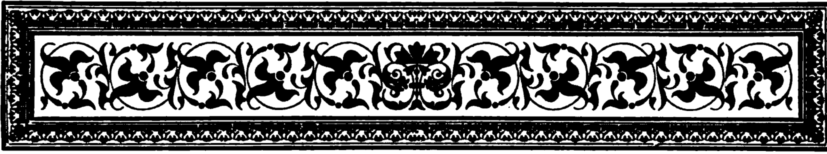
Arm des Firehole River im oberen Becken. Nicht weniger als 44 thätige Geysir und zahllose heifse Quellen gehören diesem grofsartigsten Geysirgebiet der Welt an. Während jedoch der Giant nur alle 4 Tage, der gewaltige Excelsior etwa alle 24 Stunden Eruptionen machen, die von heftigem Geräusch begleitet und meilenweit sichtbar sind, wirft der Old Faithful fast genau nach 60 Minuten eine Wassersäule von 120 bis 140 Fufs in die Höhe, und der Grotto Geysir spritzt in unregelmäfsigen, mehrstündigen Zwischenräumen fein zertheilte, glitzernde Wasserbüschel aus, welche den ganzen mit mannshohen Nischen versehenen Sinterkegel in eine dichte Dampfwolke einhüllen. Wunderbar mannigfaltig sind auch die Eruptionsstellen der Geysir beschaffen. Beschränken sich einige auf wollsackartige Sintermassen, die sie neben der Ausbruchsspalte anhäufen, so bauen sich andere kegelförmige Hügel, ruinenhafte Felsgruppen, bienenkorbartige Cylinder, mit Stalaktiten und moosähnlichen Gebilden ausgekleidete Becken, und all' dies erhebt sich auf einer weifsen Sinterfläche, die wie eine Schneelandschaft grell von dem dichten Tannenwald der Umgebung absticht.

Im ganzen sind bis jetzt im Yellowstone Park 3500 heifse Quellen und Schlammvulkane nachgewiesen und wenn hierzu noch die Dampffumarolen und Solfataren gerechnet werden, so dürfte sich diese Zahl leicht verdoppeln. Das Wasser der Geysir ist in der Regel kochend heifs oder steht doch dem Siedepunkt in der Temperatur nahe. In einer Tiefe von 18 m fand man in der Spalte des Giantess Geysir sogar überhitztes Wasser von 121° C. Der Gehalt an gelöster Substanz schwankt zwischen 1,2 und 1,6 in 1000 g Wasser; darunter sind 20—28 pCt. Kieselerde, 21—35 pCt. Chlor, 19—26 pCt. Natrium, 1 bis 24 pCt. Kohlensäure und kleine Mengen von Schwefelsäure, Borsäure, Arseniger Säure, Aluminium, Calcium, Magnesium und Kalium. Je nach dem Gehalt an Kochsalz oder kohlensaurem Natron reagirt das Wasser alkalisch oder sauer. Beim theilweisen Verdunsten schlägt sich fast reine Kieselerde in Form von weifsem Kieselsinter nieder, die übrigen leichter löslichen Substanzen fliefsen ab.

Zur Erklärung der Geysir-Erscheinungen wurden verschiedene Hypothesen aufgestellt, unter denen die von Bunsen am besten begründet erscheint. Es läfst sich darnach das in der Tiefe durch vulkanische Gluth erhitzte Wasser mit einer Wassersäule in einer Röhre vergleichen, welche von unten her erhitzt wird. Durch den darüber lastenden Druck erhält das Wasser eine beträchtlich über dem Siedepunkt liegende Temperatur. Steigt es in die Höhe und

gelangt in Regionen geringeren Druckes, so mufs sich eine proportionale Menge Wasser in Dampf verwandeln. Da aber gleichzeitig an der oberflächlichen Ausmündungsstelle eine Abkühlung eintritt und das kältere und darum schwerere Wasser nach der Tiefe strebt, so giebt es bei jedem Geysir eine bestimmte Zone, wo der überhitzte aufsteigende Strom dem kühleren absteigenden begegnet. Dort entwickelt sich eine grofse Menge Dampf und indem dieser die darüber befindliche Wassersäule zu heben sucht, schafft er bei jedem Stofs einen leeren Raum und dadurch eine lokale Aufhebung des hohen Druckes. Sofort verdampft an dieser Stelle wieder ein Theil des überhitzten Wassers. Die Ansammlung des Dampfes wird schliefslich so grofs, dafs nach einer Reihe mifslungener Versuche die ganze darüber befindliche Wassersäule in die Höhe geschleudert, die Röhre geräumt und der Dampf ausgetrieben wird. Jeder Eruption folgt eine Erschlaffung und da die Wiederholung des Ausbruchs von der Beschaffenheit der Quellspalte abhängt, so führt gewissermafsen jeder Geysir seine Sonderexistenz, die sich in der äufserst mannigfaltigen, mehr oder minder lebhaften Thätigkeit kundgiebt.





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

VI. Das System des Copernikus.

Mit dem ptolemäischen System sind wir vor der Schwelle der Wahrheit angekommen. Wir haben bei dessen Vergleichung mit den thatsächlich beobachteten Bewegungen Gelegenheit gehabt, die ungemeine Annäherung der ptolemäischen Weltmaschine an die unseren Sinnen direkt wahrnehmbaren Vorgänge zu bewundern. Wir dürfen es deshalb wahrlich den vielen vorzüglichen Denkern, welche sich von Ptolemäus bis Copernikus zu der Weltanschauung des ersteren mit voller Ueberzeugungsfestigkeit bekannten, nicht als einen Mangel an kritischem Scharfblick anrechnen, dafs sie so nahe an der Wahrheit doch den kurzen Weg zu derselben nicht zu finden wufsten. Alle Erklärungen, welche man bis dahin von den Vorgängen in der Natur, auf Erden oder am Himmel zu geben versuchte, hatten damals noch den Charakter blofser Hypothesen. Von den Naturkräften, von der unveränderlichen Wirksamkeit stetiger Bewegungs-Agentien wufste man noch so gut wie garnichts. Es konnte sich also nur darum handeln, das thatsächlich Beobachtete durch einen begreiflichen Bewegungsmechanismus darzustellen. Dieses war Ptolemäus und den nachfolgenden Mitarbeitern an seinem System so völlig gelungen, dafs auch der schärfste Denker bis auf die Zeit, da Galilei die Gesetze der Schwerkraft entdeckte, nothwendig behaupten mufste, das ptolemäische Weltsystem sei das denkbar beste nach menschlichen Begriffen, weil es eben mit dem bis dahin thatsächlich Beobachteten in vollem Einklange stand.

Auch indem wir nun weiter gehen und von den Lehren des Copernikus und später denen des Kepler reden, können wir für diese keine höhere Rangstufe beanspruchen, als etwa insofern ihre betreffenden Weltsysteme ein bestimmtes gröfseres Wahrscheinlich-

keitsgewicht für sich hatten. Auch den Weg, welchen diese Denker einschlugen, konnten dieselben nur tastend betreten, ohne die volle Ueberzeugung zu gewinnen, dafs auf demselben wirklich die Wahrheit erreicht werden mufste.

Indem auch wir diesen Weg vorwärts wandeln, bleiben wir demnach immer noch unserer eigentlichen Aufgabe fern, die unumstöfsliche Wahrheit unserer gegenwärtigen Ansicht vom Weltgetriebe beweisführend darzustellen. Wir stehen noch immer bei der Vorrede zu der versprochenen Arbeit, welche in diesem Falle länger wird als die Arbeit selbst.

Wir sind genöthigt, das Weltgebäude zunächst gewissermafsen hinter einem halb durchsichtigen Schleier aufzubauen, welcher den während des Aufbaus immer zunehmenden Glanz und die unausdenkliche Gröfse vor unsern Augen noch mildernd einhüllt, damit wir uns erst allmählich an den überwältigenden Weltgedanken zu gewöhnen vermögen, der, wollte man ihn plötzlich mit noch so logischer Ueberzeugungskraft unserm Geiste vorführen, in der mangelnden Aufnahmefähigkeit desselben sicher einen unüberwindlichen Widerstand finden würde. Es ist nur allzu wahr, dafs auch zur Erkenntnifs der Wahrheit wir erst allmählich erzogen werden müssen durch irrige Hypothesen und dafs der allweise Erzieher der Völker denselben Kunstgriff anwendet wie die Mutter ihrem Kinde gegenüber, welchem sie auf allerhand vorzeitige Fragen, deren richtige Beantwortung das Kind noch nicht verstehen würde, sinnvolle Märchen vorsagt. Wenn dann das Kind nach und nach die Ueberzeugung von der Unzulänglichkeit solcher Märchen gewinnt, und man ihm die Wahrheit sagt, so mag die Mutter wohl in das Dilemma gerathen, dafs von dem klugen Kinde nun auch die Wahrheit für ein Märchen gehalten wird. Es kommt dann darauf an, sie als solche mit unumstöfslicher Gewifsheit zu beweisen. So geschah es auch mit unserer astronomischen Erziehung. Die Weltsysteme des Eudoxus, Hipparch und Ptolemäus waren wohlerdachte Märchen. Copernikus und Kepler erzählten uns die Wahrheit, aber sie gaben uns die Beweise noch nicht dafür, was erst Newton vermochte. Auch wir müssen hier zunächst die Wahrheit ohne Beweise hinnehmen.

Wir knüpfen bei Ptolemäus wieder an und schreiben zunächst in der folgenden kleinen Tabelle die Zahlen auf, welche der alexandrinische Gelehrte für die Bewegungen der Planeten auf ihren Epicykeln und die der Epicykeln selbst auf ihrem deferirenden Kreise angegeben hatte.

Planet	Bewegung im Epicykel in einem Tage	Tägl. Bewegung des Mittelpunkts d. Epicykels auf dem deferirenden Kreise	Summe
Sonne	0° 0' 0.0"	0° 59' 8.3"	0° 59' 8.3"
Merkur	3 6 24.1	0 59 8.3	4 5 32.4
Venus	0 36 59.4	0 59 8.3	1 36 7.7
Mars	0 27 41.7	0 31 26.6	0 59 8.3
Jupiter	0 54 9.0	0 4 59.3	0 59 8.3
Saturn	0 57 7.7	0 2 0.6	0 59 8.3

Wir erkennen in dieser Zusammenstellung die auffällige Thatsache, dafs zunächst die Bewegung des Mittelpunktes des Epicykels von Merkur und Venus genau ebenso schnell erfolgt, wie die der Sonne um die Erde. Dann tritt eine markante Grenze ein, von welcher ab diese Zahlen wohl verschieden werden, jedoch so, dafs von nun ab die Summen der beiden Bewegungen wieder genau diese selbe Bewegung der Sonne ergeben. Diese ist also überall in den Planetenbewegungen enthalten, und diese Uebereinstimmung mufste in der That bei Zugrundelegung der ptolemäischen Weltansicht ungemein seltsam erscheinen. Es ist doch eine alte logische Regel, dafs gleiche Ursachen nur gleiche Wirkungen hervorrufen können, und wenn man auch diesen letzten Satz nicht unmittelbar umdrehen darf, weil unter Umständen sehr ähnliche Wirkungen von einer Combination ganz verschiedener Ursachen erzeugt werden können, so ist es doch eine gleichfalls sehr alte Erfahrung, dafs in den bei weitem meisten Fällen viele uns völlig gleich erscheinende Wirkungen zugleich von einer einzigen Ursache herrühren. Hier lag also die Frage nahe, ob nicht diesen sechs so völlig gleichen Zahlenwerthen, welche die Bewegungs-Erscheinungen repräsentirten, eine solche gemeinsame Ursache zu Grunde liege.

Ich halte es nun kaum für zweifelhaft, dafs während der anderthalb Jahrtausende, welche zwischen Ptolemäus und Copernikus verflossen, sich viele Denker diese Frage gestellt haben, wenngleich wir in den Annalen hierüber keine bestimmte Auskunft finden können. Dafs diese unbekannten Denker solche Meinungen durch das Schriftthum uns nicht zurückgelassen haben, liegt gewifs nur an dem Schrecken, welcher sie selbst vor der Ungeheuerlichkeit der hier einzig möglichen Erklärungsursache überkommen mufste, dafs nämlich die grofse Erde mit ihren weit ausgedehnten Continenten und Meeren, mit ihren Millionen und aber Millionen geschäftig lebender Wesen, dafs diese Grundvesten des Lebens, der bisher unerschütterliche Mittelpunkt des ganzen Weltgebäudes mit dieser

ganzen wohl organisirten Ordnung des Naturgetriebes sich durch den freien Raum bewegen solle, wie der Spielball, welchen sich Kinder tändelnd einander zuwerfen. Sobald dieser Gedanke, der angesichts der übereinstimmenden Zahlen ungemein nahe lag, auch nur einen Moment auftauchte, mufste er von Geistern, denen nicht eine ganz ungewöhnlich grofse Ueberzeugungskraft inne wohnte, als völlig wahnsinnig wieder fallen gelassen werden. Am Ende konnte man sich immerhin einen übertragenden Uhrwerkmechanismus denken, durch welchen die Sonnenbewegung direkt in die Epicykeln der Planeten eingriff.

In der Weltanschauung der damaligen Zeit mufste die Erde noch immer als der gröfste Körper der bekannten Welt gelten. Wohl waren einige tastende Messungen versucht worden, welche mit Wahrscheinlichkeit für die bedeutendere Gröfse der Sonne sprachen, aber nichts war deswegen gewifs. Die Ueberzeugung von der beherrschenden Stellung der Erde schien folglich wohl begründet und der Gedanke, dafs das leuchtende Tagesgestirn, welches in lebendiger Bewegung täglich um die Erde zu wandern schien, sie mit Licht und Leben dienend überflutend, das Zentrum sein solle, um welches die Himmelskörper mitsamt der damals noch unermefslichen Erde sich drehen sollten, dieser Gedanke mufste in der That im ersten Augenblicke als völlig absurd erscheinen.

Um so mehr mufs man die gewaltige Geisteskraft und den Ueberzeugungsmuth eines Copernikus bewundern, der es wagte, diesen abenteuerlichen Gedanken festzuhalten und mit unerschütterlicher Energie wissenschaftlich streng auszuarbeiten. Dieses unsterbliche Verdienst — doch nicht dasjenige, diesen Gedanken zuerst gehabt zu haben — wird dem Domherrn von Frauenburg ewige Lorbeeren flechten.

Denn allerdings dürfen wir nicht anzuführen vergessen, dafs zwei griechische Denker bereits mehrere Jahrhundert vor Ptolemäus die feste Ueberzeugung von der zentralen Stellung der Sonne gewonnen und ausgesprochen hatten, nämlich Plato und Aristarch. Von der Ueberzeugung des Plato schreibt Plutarch ausdrücklich, „dafs er die Erde nicht mehr in der Mitte des Ganzen gelassen, sondern diesen Platz einem besseren Gestirne eingeräumt habe.“ [1]) Und von Aristarch von Samos theilt Archimedes, der grofse Geometer, wörtlich über-

[1]) Für diese und überhaupt die meisten geschichtlichen Angaben in gegenwärtiger Arbeit benutzte ich die ausgezeichnete „Geschichte der Astronomie“ (München 1877) meines hochverehrten Lehrers Rudolf Wolf.

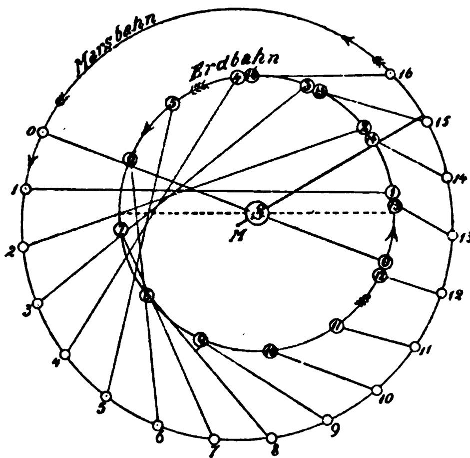
setzt, mit: „Nach seiner Meinung ist die Welt viel gröfser, als soeben gesagt wurde, denn er setzt voraus, dafs die Sterne und die Sonne unbeweglich seien, dafs die Erde sich um die Sonne als Zentrum bewege und dafs die Fixsternsphäre, deren Zentrum ebenfalls in der Sonne liege, so grofs sei, dafs der Umfang des von der Erde beschriebenen Kreises sich zu der Distanz der Fixsterne verhalte wie das Zentrum einer Kugel zu ihrer Oberfläche.“ Mit diesem letzteren Vergleich war offenbar angegeben, dafs Aristarch die Entfernung der Fixsterne gegen die Entfernung der Sonne von uns für unendlich grofs hielt. Seine Weltanschauung entsprach also in allen wesentlichen Stücken völlig der unsrigen. Aber der Gedanke war damals eine Frühgeburt. Er fand keine vorgebildete Grundlage seiner Existenz und mufste deshalb nothwendig wieder untergehen.

Noch ist in dieser Beziehung besonders charakteristisch, dafs Aristarch ganz ebenso wie die begeisterten Kämpfer für die copernikanische Lehre, wie hauptsächlich Galilei, wegen dieser weltstürmerischen Lehre der Gotteslästerung angeklagt wurde. Der nämliche Plutarch, welchen wir vorhin von der Lehre des Plato erzählen liefsen, sagte einmal in einem Gespräche: „Hänge uns nur keinen Prozefs wegen Unglaubens an den Hals, Theuerster, wie einst Kleanthes meinte, ganz Griechenland müsse den Samier Aristarch als Religionsverächter, der den heiligen Weltherd verrücke, vor Gericht stellen, weil nämlich der Mann, um die Himmelserscheinungen richtig zu stellen, den Himmel stillstehn, die Erde dagegen in einem schiefen Kreise sich fortwälzen und zugleich um ihre eigene Axe drehen liefs.“

Doch so interessant auch diese geschichtlichen Rückblicke sein mögen, müssen wir uns dennoch endlich von ihnen losreifsen, ganz besonders auch, da die heifsen Kämpfe um die copernikanische Lehre unserer Gegenwart so nahe gerückt sind, dafs ein geschichtlicher Ueberblick derselben wenigstens in seinen Grundrissen, wohl als allgemein bekannt vorausgesetzt werden kann.

In dem Geiste des Copernikus war, wie erwähnt, zuerst die Ueberzeugung von der Bewegung der Erde um die Sonne fest genug geworden, um sie mit Konsequenz durchführen und vertheidigen zu können. Durch diese Lehre fielen die Epicykel sofort zum grofsen Theil hinweg. Indem man die Erde mit den übrigen Planeten um die Sonne als Zentrum kreisend denkt, lassen sich alle beobachteten Bewegungen eben so gut wie in dem ptolemäischen System darstellen und die seltsame Beziehung der epicyklischen Bewegungen der Planeten zu der der Sonne war also auf die gemeinsame Ursache,

nämlich auf unsere eigene Bewegung im Raume zurückgeführt und gleichzeitig das Weltgetriebe um eine Anzahl von Rädern (Epicykeln) vereinfacht. Dafs in der That unter dieser neuen Voraussetzung die beobachteten Schleifen fast genau so wie im ptolemäischen System entstehen, werden die beigegebenen Zeichnungen darlegen. In der ersten derselben sind für dieselben Zeiten, denen die in unserer vorangehenden Nummer wiedergegebenen Schleifen entsprechen, die Orte von Erde und Mars in den copernikanischen exzentrischen Kreisen angegeben und mit einander verbunden. Indem man diese Linien alle von einem festen Punkte ausgehen läfst und ihre Endpunkte durch eine Kurve verbindet, entstehen wieder nahezu dieselben Schleifen, wie im ptolemäischen Systeme. (Siehe die Zeichnung auf nebenstehender Seite.)

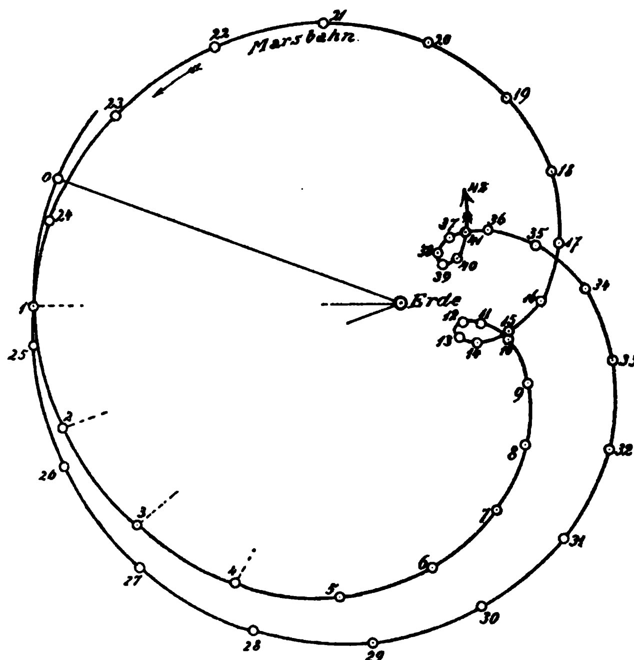


Bewegung des Mars und der Erde nach Copernikus.

Vereinfachend wirkte auch ferner in ganz eminentem Mafse die Lehre von der Axendrehung der Erde, denn dadurch wurde der Umschwung der ungeheuern Fixsternsphäre in einem Tage, der zugleich auch alle Planeten durch einen unbekannten Uebertragungsmechanismus mit sich reifsen mufste, wiederum durch eine einzige Ursache, durch die Drehung des Erdkörpers erklärt. An Ausdehnung mufste dieser ja jedenfalls bedeutend kleiner sein als die Fixsternsphäre, daran konnte keine Weltansicht zweifeln, welche die Erde kugelförmig annimmt und deshalb war es auch von vornherein wahrscheinlicher, dafs sie und nicht der Fixsternhimmel mit allen seinen Planeten in einem Tage um sich selber kreiste.

Aber von den übrigen Grundlagen des ptolemäischen Systems konnte sich Copernikus dennoch nicht lossagen. Eben weil er die eigentliche Ursache aller dieser Bewegungen nicht kannte, blieb ihm nichts Anderes übrig, als einen festen, uhrwerkartigen Bewegungsmechanismus vorauszusetzen, der es nur mit vollkommenen Kreisen zu schaffen hatte. Das Axiom von der gleichförmigen Bewegung im Kreise wagte er deshalb trotz der grofsen Kühnheit seiner übrigen

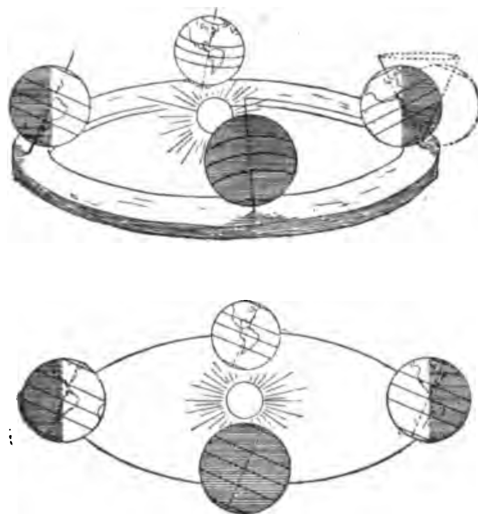
Gedanken nicht anzugreifen. Er hielt also die deferirenden exzentrischen Kreise des Hipparch fest, ja setzte sogar auf dieselben wieder neue Epicykeln, welche allerdings eine ganz andere Bedeutung hatten als die ptolemäischen. Während die letzteren nur das perspektivische Bild unserer eigenen Bewegung im Raume darstellten, sollten jene viel kleineren Epicykeln des Copernikus eine zweite noch übrig bleibende Ungleichförmigkeit in der Bewegung erklären, welche die Beobachtungen inzwischen aufgedeckt hatten und durch die exzentrisch gestellten Kreise allein nicht theoretisch wiederzugeben war.



Bewegung des Mars in Bezug auf die ruhend gedachte Erde nach Copernikus.

Wie sehr Copernikus noch in dieser uralten Ansicht von umschwingenden Kreisen oder Sphären befangen war, geht auch aus der Schwierigkeit hervor, welche ihm die sich im Raume immer gleichbleibende Lage der Erdaxe verursachte. So lange die Erde noch im Zentrum des Weltalls festlag, konnte, selbst wenn man sich dieselbe um eine Axe gedreht dachte, die feste Lage dieser Axe in Bezug auf die Fixsterne, von welcher wir zu Anfang unserer Betrachtungen sprachen, durchaus nicht auffallen. Anders wurde es aber, sobald man die Erde im Kreise um die Sonne führte. Nehmen wir z. B. für die Erdbahn einmal zur näheren Anschauung ein Wagenrad und be-

festigen darauf einen kleinen Erdglobus derart mit Hülfe seiner Axe, dafs diese letztere gegen die Ebene des Rades eine gewisse beliebige Neigung hat, etwa so, dafs sich der Globus etwas nach innen zum Zentrum des Rades hinneigt. Lassen wir nun das Rad mit dem befestigten Globus eine halbe Umdrehung machen, so wird der Globus immer noch nach innen gegen das Zentrum geneigt sein. So hätte es sich mit der Erde nach der Ansicht des Copernikus verhalten müssen, damit die Erscheinung ohne besondere Erklärungsursache begreiflich sein sollte. In Wahrheit zeigt aber das Spiel des Jahreszeiten-Wechsels auf das unzweifelhafteste, dafs es sich ganz anders verhält. Wenn nämlich in einer bestimmten Lage die Neigung des oberen Endes der Erdaxe in unserem Beispiel nach innen stattfindet, so mufs sie, um den wirklichen Verhältnissen zu entsprechen, nach einer halben Umdrehung nach aufsen geneigt sein, d. h. ihre Lage mufs sich stets parallel bleiben. In unserem beschriebenen Mechanismus könnten wir das nur erzeugen, wenn wir die Erdaxe an dem Wagenrade nur insoweit befestigen würden, dafs sie zwar den Globus festhalten, sich selbst aber frei bewegen kann. Dann müfsten wir noch eine geheimnifsvolle Kraft einführen, welche die Axe in der einmal eingenommenen Richtung unabhängig vom Rade festhält. Nehmen wir z. B. an, es fallen auf das Rad von einem seitlich befindlichen Fenster Sonnenstrahlen, so soll die Axe des Globus stets diesen Sonnenstrahlen parallel bleiben, wie auch das Rad bewegt werden mag. Die beigegebene Zeichnung wird das noch klarer machen. Nur auf diese Art konnte es offenbar geschehen, dafs die in oder nahe dem Mittelpunkte der Erdbahn befindliche Sonne in der einen Hälfte des Jahres den Nordpol, in der anderen Hälfte den Südpol bescheint, während bei einer zur Erdbahn festen Lage der eine Pol der Sonne beständig zu-, der andere abgekehrt bleiben müfste.



Copernikus war demzufolge genöthigt, neben der Bewegung

der Erde um ihre Axe und um die Sonne, noch eine dritte einzuführen, nämlich die jährlich einmal vollendete Bewegung der Erdaxe selbst auf der Fläche eines Kegels, dessen Oeffnungswinkel gleich der doppelten Schiefe der Ekliptik ist. Die Ursache dieser drei Bewegungen blieben Copernikus natürlich unbekannt. Nach dieser hatte man ja bisher überhaupt noch nicht gefragt.

Wir sehen aus dieser Darstellung, dafs das System des Copernikus immerhin noch ein recht komplizirtes und wenig durchsichtiges blieb und dafs der grofse Astronom trotz der völlig revolutionären Ideen, welche er einführte, doch von wesentlichen Irrthümern der alten Lehre befangen blieb. Sein Geist wurde von dem gewaltigen Gedanken, dafs die Erde nicht das Bewegende, Herrschende, sondern ein Bewegtes, einem gröfseren Mittelpunkte der Macht Gehorchendes sei, so erfüllt, dafs seine Gedanken gebannt hier still stehen mufsten.

In der That war es auch wohl einer Lebensaufgabe genug gethan, die menschliche Forschungskraft um ein so unbegrenzt grofses Gebiet erweitert zu haben. Bis dahin gab es eine Erde, jetzt wurden fünf neue, ihr ebenbürtige, die übrigen Planeten, ihr beigesellt und über alle eine allmächtige Sonne eingesetzt, welche Tausende ihresgleichen über die Himmelsdecke ausgestreut sah. Ehedem hatte man alles dies in einem wenigstens einigermafsen ausdenkbaren Verhältnisse zu der schon ohnehin kaum erfafslichen Gröfse der Erde gedacht. Nun mufste die Erde mit allem, was auf ihr lebt und denkt in der gewaltig erweiterten Weltansicht zu einem Spielball, ja zu einem Punkte zusammenschrumpfen, dessen ungeheuere von unsichtbaren Gewalten geführte Reise durch den Raum um die Sonne herum kaum wie das Spiel eines Kreisels erschien, der umschwirrend leichte Bogenlinien auf seiner Unterlage beschreibt.

Der Fortschritt der Forschung mufste wenigstens eine kurze Zeit lang ruhen, damit die kräftigsten unter den Geistern sich zur Aufnahme dieser ganz überwältigenden Weltansicht genügend erweitern konnten.





Von den leuchtenden Nachtwolken.

(Anfang März 1889.)

Nach einer soeben eingetroffenen Nachricht von Herrn Stubenrauch in Punta-Arenas an der Südspitze von Süd-Amerika unter dem 53. Breitengrade sind die leuchtenden Nachtwolken daselbst im Dezember 1888 zweimal gesehen worden. Folgendes ist der Inhalt dieser Mittheilung vom 22. Januar 1889, durch welche die im Februar-Heft dieser Zeitschrift ausgesprochenen Ansichten über diesen Gegenstand erfreulichst bestätigt werden:

„Nachdem ich Ihnen im vorigen Sommer das negative Resultat meines Umherschauens nach leuchtenden Wolken mitgetheilt hatte, empfing ich wiederum Ihre gef. Aufforderung nebst Brief vom 15. Oktober 1888, in diesem Sommer Beobachtungen anzustellen.

Diesmal bin ich glücklicher gewesen und fand endlich nach langem, vergeblichen Suchen zum ersten Male am 20. Dezember 1888 die von Ihnen als leuchtende Nachtwolken bezeichnete Erscheinung fast ganz Ihrer Darstellung entsprechend. Im Folgenden gebe ich Ihnen eine kurze Beschreibung meiner Beobachtung:

Am 20. Dezember unter, für diese Breiten, selten klarem Himmel bemerkte ich um etwa 11 Uhr 30 Min. Abends mittlere Zeit am südlichen Horizont zwei silberhelle parallele Wolkenstreifen, von Südwest nach Nordost sich hinziehend, der eine hellere etwa 9°, der andere etwa 12° vom Horizonte. Der Horizont, welcher eine rothgelbe oder schmutziggelbe Farbe hatte, war um 12 Uhr, zu welcher Zeit die Stärke des Silberlichtes obiger Wolken bereits anfing abzunehmen, sonst ganz wolkenfrei. Um 1 Uhr morgens war die Erscheinung kaum noch sichtbar, ohne jedoch ihre Höhe und Richtung verändert zu haben. Mit dem bald anbrechenden Tagesgrauen verschwand das Phänomen gänzlich. — Die folgenden Tage waren meist trübe, so dafs von der Erscheinung nichts zu sehen war. Ich bemerkte dieselbe dann erst wieder am 25. Dezember, in welcher Nacht dieselben Wolken

noch auffälliger und zahlreicher hervortraten, nicht blofs zwei, sondern eine ganze Reihe paralleler Streifen, welche wie eine Treppe zum Horizonte hinunter führten. Die Erscheinung fiel um dieselbe Zeit wie am 20. Dezember. — Ein Marine-Offizier, den ich darauf aufmerksam machte, sagte mir, dafs er diese Wolken im Süden (Beagle-Channel) bereits zwei Sommer gesehen habe, jedoch klarer und heller wie hier.

Ich will wünschen, dafs das diesjährige Resultat meiner ungeschulten Beobachtungen Ihren Wünschen entsprechen möge insofern, als die Existenz der leuchtenden Nachtwolken in unseren Breiten als feststehend anzusehen ist.“ O. Jesse.



Ergänzung zu dem Verzeichnifs der Doppelsternbahnen.

(Februarheft, S. 310).[1])

	Umlaufszeit in Jahren	Periastrum	Periastr. vom Knoten	Knoten	Neigung	Excentricität	Halbe grofse Axe	
42 Comae Ber.	25.7	1859.9	99.2°	11.0°	90.0°	0.480	0.66"	1
Str. 2173 . .	45.4	1872.9	7.3	152.7	80.5	0.135	1.01	2
o^2 (40) Eridani	139.0	1863.88	354.4	146.3	76.33	0.136	5.99	3
O. Struve 400	170.37	1882.09	43.5	146.3	37.0	0.669	0.59	4
14 ι Orionis .	190.5	1959.1	302.7	99.6	44.95	0.246	1.22	5
Struve 1819 .	340.1	1797.0	348.9	156.4	37.5	0.305	1.46	6
λ Ophiuchi .	373.5	1787.9	152.5	105.5	38.1	0.442	1.53	7
61 Cygni . .	782.6	1468.2	288.3	341.1	63.9	0.174	29.5	8

1. (Struve 1728). O. Struve: Ueber die Bahn des Doppelst. Struve 1728. (Mélanges math. et astr. V. 287). — 2. Dunér: Mesures microm. p. 222. — 3. Gore (Month. Not. 46 p. 292). (Dreifaches Sternsystem. Bahn des dritten um den zweiten Stern.) — 4. Gore (Month. Not. 47 p. 346.) — 5. (O. Struve 98). Gore (Month. Not. 47 p. 266.) — 6. Casey (A. N. 2421). Nach Thiele (A. N. 2427) ganz verfehlt. — 7. v. Glasenapp (Month. Not. 48 p. 254). (Ergänzung zum Doppelstern No. 26). — 8. C. F. W. Peters (A. N. 2708). — Bei dem Sterne No. 21 ist die gebräuchlichere Bezeichnung hinzuzufügen: Struve 3062.

[1]) Bei dem Verzeichnisse war Vollständigkeit des Materials nicht beabsichtigt, wir wollten darin, so weit es ohne eingehende Kritik möglich ist, namentlich die besseren von mehreren Rechnern bestimmten Doppelsterne anführen. Unter den anderweitigen Bahnen, von denen gleichfalls einige aufgenommen worden sind (und die meist mit einer kurzen Anmerkung über ihren Werth versehen wurden) finden sich manche zweifelhafte. Mehrere der obigen Bahnen, für deren Mittheilung (mit Ausnahme von o^2 Erid.) wir Herrn Prof. v. Glasenapp in Petersburg verbunden sind, werden indessen eine willkommene Ergänzung für das Verzeichnifs bilden.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat April.

(Sämmtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

		Aufgang	Untergang
6. April	Erdferne	8h 28m Mg.	12h 6m Nt.
8. „	Erstes Viertel	9 56 „	1 58 Mg.
15. „	Vollmond	6 21 Ab.	5 21 „
18. „	Erdnähe	10 36 „	6 34 „
22. „	Letztes Viertel	1 58 Mg.	10 1 Vm.
30. „	Neumond	5 11 „	7 43 Ab.

Maxima der Libration:
12. und 25. April.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. April	23h29m	— 5°57'	5h 18m Mg.	4h 16m Nm.	2h 54m	+23° 0'	5h 55m Mg.	10h 33m Ab.
5. „	23 53	— 3 21	5 12 „	4 38 „	2 57	+23 32	5 39 „	10 25 „
9. „	0 18	— 0 27	5 7 „	5 1 „	2 59	+23 48	5 22 „	10 12 „
13. „	0 45	+ 2 42	5 2 „	5 28 „	2 58	+23 48	5 5 „	9 55 „
17. „	1 13	+ 6 4	4 55 „	5 57 „	2 54	+23 27	4 49 „	9 33 „
21. „	1 42	+ 9 34	4 50 „	6 30 „	2 48	+22 45	4 32 „	9 6 „
25. „	2 14	+13 7	4 46 „	7 4 „	2 40	+21 42	4 15 „	8 35 „
29. „	2 47	+16 30	4 42 „	7 51 „	2 31	+20 22	4 1 „	8 1 „

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. April	2h 1m	+12° 16'	6h 11m Mg.	8h 31m Ab.	18h32m	—22° 57'	2h 5m Mg.	9h 47m Mg.
7. „	2 18	+13 48	5 56 „	8 32 „	18 34	—22 56	1 43 „	9 25 „
13. „	2 35	+15 15	5 40 „	8 34 „	18 35	—22 55	1 20 „	9 2 „
19. „	2 52	+16 37	5 25 „	8 37 „	18 36	—22 55	12 57 Nt.	8 39 „
25. „	3 9	+17 53	5 10 „	8 38 „	18 36	—22 55	12 34 „	8 16 „

20. April, 9h, Bedeckg. durch d. Mond.

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
2. April	9h 5m	+17°53'	0h 38m Nm.	4h 10m Mg.	13h16m	— 7°18'	7h 5m Ab.	6h 1m Mg.
10. „	9 5	+17 55	0 6 „	3 38 „	13 14	— 7 11	6 33 „	5 29 „
18. „	9 5	+17 54	11 34 Vm.	3 2 „	13 13	— 7 3	6 0 „	4 56 „
26. „	9 5	+17 52	11 3 „	2 1 „	13 12	— 6 56	5 26 „	4 25 „

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 3. und 19. April östl., 11. und 26. April westl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
2. April	3h 54m	+ 18° 38'	7h 22m Mg.	10h 58m Ab.
15. „	3 55	+ 18 43	6 31 „	10 9 „
28. „	3 57	+ 18 49	5 41 „	9 21 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

4. April	I. Trab.	Verfinst. Eintritt	4h 25m Mg.	
5. „	II. „	„ „	2 38 „	
12. „	II. „	„ „	5 11 „	(bei Sonnenaufg.)
20. „	I. „	„ „	2 51 „	
23. „	III. „	„ „	2 58 „	
27. „	I. „	„ „	4 35 „	(bei Sonnenaufg.)

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

4. April: δ' Tauri (der Mond geht 1 Min. vor dem Sterneintritte unter).

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1889 Rectas.			1889 Declin.	
R Leporis	2. April	6 Gr.	8.5 Gr.	4h	54m	32s	— 14°	58'
R Lyncis	9. „	7.8 „	12 „	6	52	8	+ 55	29
U Monoc.	6. „	6 „	7 „	7	25	29	— 9	33
R Corvi	16. „	7 „	11.5 „	12	13	53	— 18	38
S Coronae	14. „	6 „	12 „	15	16	52	+ 31	46
R Lyrae	20. „	4.3 „	4.6 „	18	51	57	+ 43	48
χ Cygni	17. „	4 „	13 „	19	46	17	+ 32	38
R Vulpec.	26. „	7.8 „	13 „	20	59	27	+ 23	23
S Cephei	28. „	7.8 „	11 „	21	36	34	+ 78	8
S Pegasi	7. „	7.8 „	12 „	23	14	56	+ 8	19

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus.

U Cephei . 3., 8., 13., 18., 23., 28. April Nm.
Algol . . . 3. April Nm., 9. Vm., 15. Mg., 20. Ab.
R Can. maj. . (Jedes 3. Min.): 3. April Mg., 6. Ab., 10. Vm., 13. Ab., 17. Mg., 20. Nm., 23. Nt., 27. Vm., 30. Ab.
S Cancri . . 9. April Mg., 18. Nm., 28. Mg.
δ Librae . . 2. April Mg., 6. Nm., 11. Vm., 16. Mg., 20. Nm., 25. Vm., 29. Nt.
U Coronae . 4. April Mg., 11. Mg., 17. Ab., 24. Ab.
U Ophiuchi . (Jedes 4. Min.): 2. April Nm., 5. Ab., 9. Mg., 12. Nm., 15. Ab., 19. Mg., 22. Nm., 25. Nt., 29. Vm.
Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 5. April Ab., 10. Vm., 14. Ab., 19. Vm., 23. Ab., 28. Vm.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 18. April.
ζ Gemin. . . 9., 19., 29. April.
β Lyrae . . 9., 22. April.
η Aquilae . 7., 15., 22., 29. April.
δ Cephei . . 6., 12., 17., 22., 28. April.

6. Meteoriten.

Den Hauptmeteoritenschwarm des Monats April bilden die „Lyriden", welche zwischen dem 16. und 22. April im Sternbilde der Leyer, südwestlich der Wega, erscheinen und ihr Maximum am 20. erreichen. — Ende April stellen sich die ersten Sternschnuppen der „Aquariden" (bei η Aquarii) ein.

7. Nachrichten über Kometen.

Ueber den am 15. Januar von Brooks entdeckten Kometen (s. Märzheft) ist nichts Näheres bekannt geworden; die Auffindung des Objektes ist trotz mehrfacher Nachsuchungen seitens der Lick-Sternwarte nicht wieder gelungen.



Sternwarte in Tokio. Zu den wissenschaftlichen Schöpfungen, welche in neuester Zeit in Japan ins Leben gerufen worden sind, ist nun auch die Errichtung einer neuen Sternwarte an Stelle des früheren für Marinezwecke bestimmten Observatoriums zu Tokio hinzugekommen. An gröfseren Instrumenten besitzt die neue Sternwarte ein Aequatorial von Troughton u. Smith von 20 cm ($7^1/_2$″), und ein solches von Merz mit 16.2 cm (6.3″) Objektivöffnung; ferner ein Repsoldsches Passageninstrument von 13.5 cm (5.3″) und einen Meridiankreis von Merz-Repsold von 12.3 cm (4.8″) Oeffnung. Zum Leiter der Anstalt ist Professor Terao ernannt worden, der auch, wie in vorliegender Zeitschrift (Märzheft, S. 378) berichtet wurde, an der Beobachtung der Sonnenfinsternifs vom 19. August 1887 theilgenommen hat. *



Wilhelm Tempel †.

Soeben erhalten wir die betrübende Nachricht von dem am 16. März um 4 Uhr Nachmittag in Florenz erfolgten Hinscheiden des allbekannten Astronomen Wilhelm Tempel, desselben, von dem die unserem dritten (Dezember-) Hefte beigegebenen vortrefflichen Zeichnungen von Nebeln herrühren. Wir werden über diesen eigenartigen Mann, welcher sich hauptsächlich durch aufsergewöhnlichen Fleifs und seltenes Geschick im astronomischen Zeichnen und ein phänomenal scharfes Auge vom gewöhnlichen deutschen Lithographen zum vielgenannten Astronomen der altberühmten Sternwarte zu Florenz emporgearbeitet hat, eine Lebensskizze in unserem nächsten Hefte bringen.





Zwei bemerkenswerthe Bearbeitungen von Kometenerscheinungen[1]) sind kürzlich erschienen. Die erstere, von Dr. H. Kreutz, betrifft den im September 1882 sichtbar gewordenen grofsen Kometen (1882 II). Dieses Gestirn wurde zuerst auf der Südhemisphäre der Erde, in Südamerika und Südafrika bemerkt; es wurde alsbald so hell, dafs es noch vor seiner Sonnennähe mit freiem Auge wahrgenommen werden konnte. Am 17. September, dem Tage der gröfsten Annäherung an die Sonne, gewährte der Komet zwei Beobachtern auf der Sternwarte der Kapstadt, Finlay und Elkin, das merkwürdige Schauspiel eines Vorüberganges über die Sonnenscheibe. Wenige Sekunden vor der scheinbaren Berührung des Sonnenrandes erschien der Komet noch beinahe so hell wie die Sonne selbst, mit dem Eintritte (4 Uhr 31 M. Berl. Zt.) verschwand jede Spur des Kometen. Dieser Durchgang durch die Sonnenscheibe dauerte nach der Rechnung 1 Stunde 16 Minuten. Trotz des Passirens des Kometen durch die Sonnenatmosphäre, sind keinerlei Störungen in der letzteren bemerkt worden. Gegen Ende September glänzte der Komet allmorgendlich in prachtvoller Erscheinung vor Aufgang der Sonne an unserem Osthimmel. Um diese Zeit fiel den Beobachtern auch eine eigenthümliche Verlängerung des Kernes im Kopfe des Kometen auf, die in den ersten Oktobertagen sich zu einer überaus interessanten Theilung und Ausbildung mehrerer Kerne gestaltete. Solcher Kerne oder Knoten erschienen nach und nach fünf oder sechs; sie entfernten sich von einander, wechselten in der Helligkeit und konnten bis zum Februar verfolgt werden. Im Oktober trat zu diesen merkwürdigen Erscheinungen das noch seltsamere Phänomen des Auftauchens von Nebenkometen hinzu. Solcher kometarischer Nebelmassen in der Nähe des Kometenkopfes (von diesem nur einige Grade entfernt) wurden mehrere, am 5., 10., 14., 21. Oktober und 16. November entdeckt. Bis zum Februar 1883 konnte das an neuen Räthseln für uns so lehrreiche Gestirn mit freiem Auge gesehen werden; den Fernröhren gelangen die Beobachtungen bis zum Juni. Die Hauptschwierigkeit für den Berechner der Bahn des Kometen war die Bestimmung der Punkte, auf welchen sich, bei dem Vorhandensein mehrerer Kerne, die Beobachtungen beziehen. Der Feststellung dieser Kernlinie hat Herr Kreutz deshalb ganz besondere Sorgfalt gewidmet; als eigentlichen Schwerpunkt dieser Linie betrachtet er die zweite der oben gedachten Kernbildungen. Kreutz findet aus seinen Untersuchungen schliefslich eine Umlaufszeit des Kometen von 772 Jahren.

Eine andere nicht minder wichtige Kometenbearbeitung, namentlich für die Entscheidung der schon durch eine Reihe von Jahren schwebenden Frage der Existenz eines „widerstehenden Mittels" im Weltraume, bildet die Fortsetzung der Oppolzerschen Arbeiten über den periodischen Kometen Winnecke durch E. v. Haerdtl. Oppolzer war bei seinen Rechnungen über die Erscheinungen des Winneckeschen Kometen der Jahre 1858, 1869 und 1875

dem Schlusse nahe geführt worden, dafs sich die völlig befriedigende Verbindung der Beobachtungen dieser drei Wiederkünfte nur unter der Annahme einer Beschleunigung der täglichen Bewegung des Kometen erreichen lasse, also derselben Erscheinung, welche beim Enckeschen Kometen zu der Einführung einer Widerstandskraft geführt hat. Oppolzer hielt indessen seine Rechnungsergebnisse nicht für sicher genug, um, wie es von anderer Seite geschehen, darin schon eine „Bestätigung“ der Enckeschen Hypothese zu erblicken. Herr v. Haerdtl hat bei der Neubearbeitung die Hauptsache der Untersuchung, nämlich die Störungen, welche der Komet zwischen den Jahren 1858—1886 von Seite der Planeten erfahren hat, in sorgfältigster Weise behandelt. Diese Störungen sind nach strenger Methode und nicht blofs für die Hauptplaneten Jupiter und Saturn, sondern auch für Venus, Erde, Mars und Uranus abgeleitet und ist damit dem Einwande begegnet worden, welchen man gegen Oppolzers Resultat etwa geltend machen konnte, nämlich, dafs nach Zuziehung der Störungen dieser letzteren Planeten die in der Rechnung zu Tage getretene hypothetische Beschleunigung der Kometenbewegung möglicher Weise verschwinden werde. Dieses letztere ist nun nach Haerdtls Arbeit in der That der Fall: der Komet Winnecke zeigt keine Zunahme der mittleren Bewegung von Umlauf zu Umlauf,[2]) sondern eher eine kleine Retardation. Diese Retardation läfst sich ferner völlig aufheben, wenn man die Masse des störenden Hauptplaneten, des Jupiter, die der Rechnung zu Grunde gelegt worden ist, etwas abändert. Haerdtl findet, dafs man bei der Annahme einer Jupitermasse von 1 : 1047.175 völlige Uebereinstimmung erhält. Diese Masse ist etwas gröfser als die neueren dafür gebräuchlichen Werthe,[3]) Haerdtl zeigt indefs, dafs ihre Einführung sowohl bei der Darstellung der Beobachtungen des Fayeschen Kometen von 1843—1881, sowie jener des Enckeschen Kometen von 1868—1885 völlig befriedigend wirkt. *

---

[1]) Kreutz, Unters. üb. d. Komet.-System 1843 I, 1880 I und 1882 II. Erster Theil, der grofse Septemberkomet 1882 II (Publ. d. Sternwarte Kiel), 1888.

E. v. Haerdtl, Die Bahn des period. Komet. Winnecke in d. Jahren 1858—86, nebst einer neuen Best. d. Jupitermasse (Denkschr. d. Wien. Akad. d. W. LV. Bd. 1888).

[2]) Die Bewegung ergiebt sich aus den Erscheinungen von
1858—1875 zu 619.590605 Bogensekunden
1875—1886 „ 619.585887 „

[3]) Einige dieser Massenannahmen seien hier angeführt:

Bessel	1 : 1047.879
Bessel-Schur . .	1 : 1047.568
Möller	1 : 1047.788
Becker	1 : 1047.370
Krueger	1 : 1047.538.





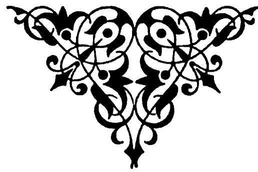
Herrn **E.** in **N.** Ihrem Wunsche, die Auf- und Untergangszeiten von Sonne und Mond für Ihren Wohnort zu ermitteln, können Sie am einfachsten gerecht werden, wenn Sie sich das auch in anderer Hinsicht sehr empfehlenswerthe „Annuaire pour l'an 1889, publié par le bureau des longitudes" (Paris, Gauthier — Villars, Quai des Augustins 55; prix 1 fr. 50 cm.) anschaffen. Sie finden in diesem gegen 1000 Seiten starken Duodezbändchen neben sehr vielen anderen höchst nützlichen Tabellen die Auf- und Untergangszeiten von Sonne und Mond nicht nur für die geographische Breite von Paris angegeben, sondern aufserdem unter den „Tables de corrections" dazugehörige Hilfstafeln mit Gebrauchsanweisung, welche es gestatten, fast augenblicklich die gesuchten Zeiten für jeden beliebigen zwischen 33° und 60° nördlicher Breite gelegenen Ort zu gewinnen. — Uebrigens ist die selbständige genaue Berechnung der für einen bestimmten Ort geltenden Auf- und Untergangszeiten jedes Gestirns, dessen Ort am Himmel nach Rectascension und Deklination bekannt ist, eine sehr einfache Aufgabe der sphärischen Astronomie, die sich in jedem Lehrbuch dieser Wissenschaft und auch in manchen Lehrbüchern der sphärischen Trigonometrie behandelt findet. —

Die Angaben über den Stand der Planeten bedürfen keiner Umrechnung, da sie, abgesehen von dem blofsen Auge unmerklichen Verschiebungen, für die ganze Erde Geltung haben, und da ferner bei den Planeten die Angaben über die Zeit des Auf- oder Unterganges stets nur rohe und für gröfsere Ländergebiete zugleich geltende sind. Die Momente dieser Erscheinungen würden sich aufser bei Sonne und Mond wegen der den Horizont verdunkelnden Dünste doch nicht beobachten lassen.

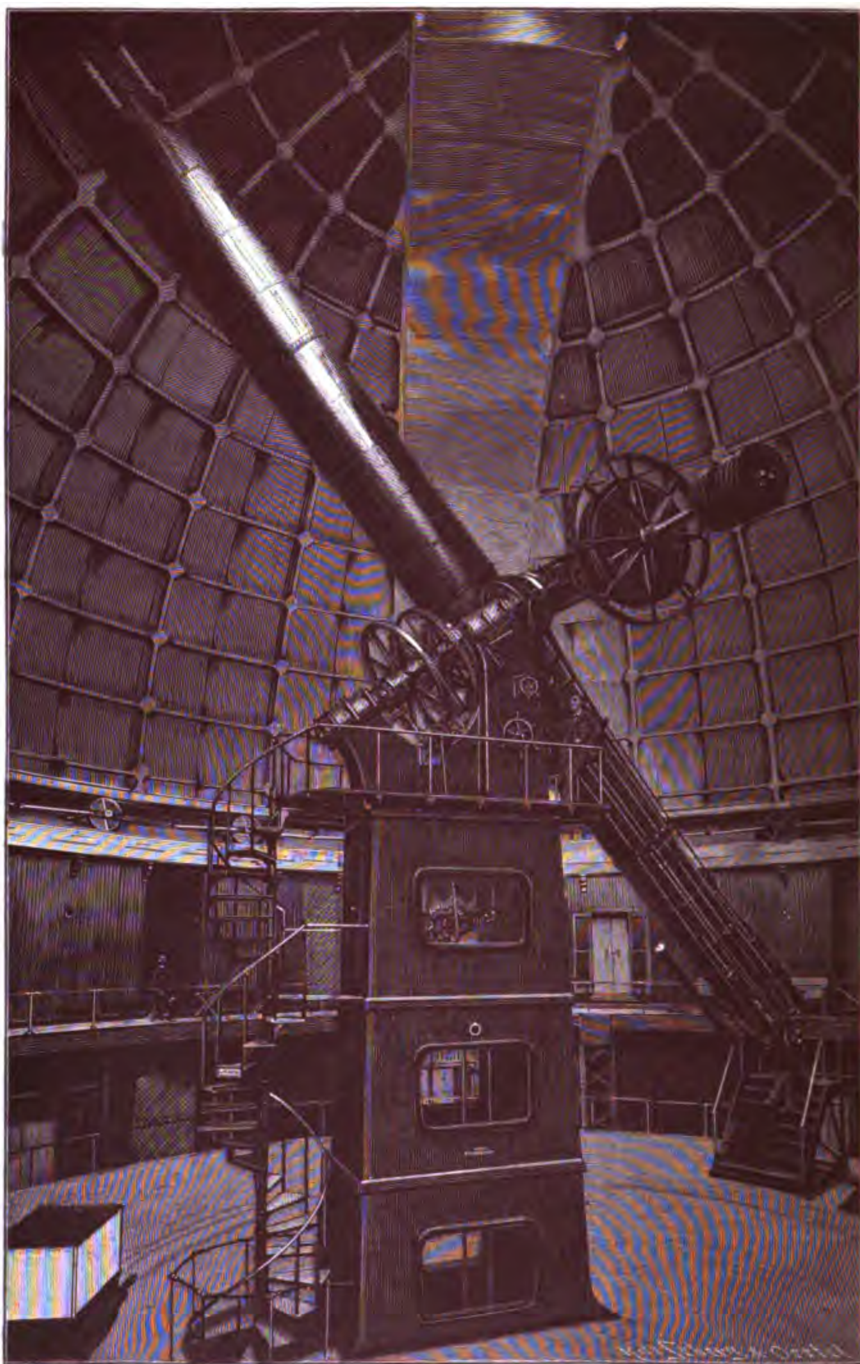
J. N. Breslau. Sie fragen an, welches der auf S. 18 unseres ersten Heftes bezeichneten Gebiete von unserer Zeitschrift bevorzugt werden wird. Wir können darauf nur die Antwort ertheilen, dafs die Redaktion bestrebt sein wird, den auf die Physik unserer Erde bezüglichen Wissenschaften das gleiche Recht angedeihen zu lassen, als der Himmelskunde, so jedoch, dafs dabei keine Absicht vorliegt, auf spezielle, beschreibende Geographie, sowie diejenigen Gebiete der physikalischen Forschung, welche mit der Physik des Himmels und der Erde nicht in näherer Beziehung stehen, einzugehen. Klimatologische, geologische, meteorologische und geodätische Abhandlungen werden wir gegen solche astronomischen Inhalts nie zurücksetzen. Dafs die ersten Hefte der Zeitschrift ein Vorwiegen der astronomischen Artikel aufweisen, rührt zum Theil davon her, dafs im Beginn das Interesse für das gesamte Urania-Unternehmen sich in astronomischen Kreisen schneller Bahn gebrochen hat, als in den anderen von unserer Monatsschrift vertretenen Gebieten.

Herrn Bezirksrichter **H.** in **G.** Unsere Notiz im Sprechsaal des sechsten Heftes in Bezug auf die Drehungsrichtung der Erde um sich selbst und um

die Sonne hat zu irrthümlichen Auffassungen Anlafs gegeben, welche zum grofsen Theil durch unsere nothwendig kurz zu fassende Darstellung veranlafst wurden. Zur Klarstellung müssen wir deshalb nachtragen, dafs zwar die scheinbare tägliche Bewegung der Sonne derjenigen entgegengesetzt ist, welche das Tagesgestirn in seiner jährlichen Bahn zurücklegt, dafs dagegen die täglichen und jährlichen Bewegungen der Erde, welche die Ursachen jener scheinbaren sind, dennoch in demselben Drehungssinne erfolgen. Stellte beispielsweise die Erdbahn das grofse, der Durchschnitt der Erdkugel dagegen das kleine Zifferblatt des Sekundenzeigers einer Uhr dar, so finden beide Bewegungen im Sinne der beiden Zeiger statt; mit anderen Worten, die Erde rollt auf ihrer Bahn. Dafs diese Bewegungsverhältnisse, in scheinbare übersetzt, entgegengesetzte werden, hat seinen Grund darin, dafs wir die scheinbare Bewegung der Sonne nur auf derjenigen Hälfte der Erde verfolgen können, welche in Bezug auf die Erdbahn nach innen gekehrt ist. Diese Seite hat in unserm Vergleich mit der Uhr die Bedeutung der Verlängerung des Sekundenzeigers über den Drehungs-Mittelpunkt hinaus. Diese bewegt sich natürlich stets in umgekehrter Richtung wie das andere Ende, sobald man diese Richtung im absoluten Sinne in Bezug auf Fixpunkte auf dem grofsen Zifferblatte betrachtet.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Der große Refraktor der Lick-Sternwarte
nach einer Photographie.



Die Lick-Sternwarte.

Vom Direktor derselben, Prof. **Edward S. Holden.***)

Der Direktor der „Gesellschaft Urania" hat mich freundlichst ersucht, einen Bericht über die neue Sternwarte auf dem Mount Hamilton zu verfassen und ich komme seiner Aufforderung mit Vergnügen nach, indem ich hiermit den Mitgliedern der „Gesellschaft Urania" eine kurze Uebersicht des gegenwärtigen Zustandes unserer Sternwarte vorlege.

Ich setze voraus, dafs die Geschichte unserer Anstalt allen Lesern hinlänglich bekannt ist. Ihr Gründer, Mr. James Lick, war ein Orgelbauer, der aus seiner Heimath Pennsylvanien nach Süd-Amerika und später nach San Franzisco übersiedelte, woselbst er im Jahre 1876 unter Hinterlassung eines Vermögens von 3000000 Dollar, das er gänzlich für gemeinnützige Zwecke bestimmt hatte, starb. Auf unserer Sternwarte befindet sich die Hobelbank, die er 1846 aus Chili nach Californien mitgebracht hat. Sie macht einen seltsamen Eindruck in den eleganten Räumen, welche die herrlichen Instrumente, die Meisterwerke der gröfsten astronomischen Künstler, eines Clark, Repsold und anderer, enthalten. Und doch ward diese Hobelbank der Grundstein unserer Sternwarte. — Mr. Lick ist unter dem Pfeiler des grofsen Teleskopes begraben worden. Das ist ihm ein herrlicheres Denkmal, als es sich ein Pharao hätte herstellen oder auch nur träumen lassen können.

Die Sternwarte ist als wissenschaftliche Institution der Universität von Californien beigeordnet und obgleich sie in erster Reihe der reinen Forschung gewidmet ist, nimmt sie doch auch Studenten gast-

*) Aus dem englischen Originalmanuskript übersetzt von Dr. F. Koerber.

lich auf, die entweder den philosophischen Doktorgrad zu erwerben beabsichtigen, oder sich besonderen Studien widmen wollen. Auch für das Publikum ist sie täglich während der Dienststunden von 9 bis 4 Uhr, und aufserdem noch jeden Samstag Abend von 7 bis 10 Uhr geöffnet. Mehr als 4000 Personen haben bis jetzt die Sternwarte besucht und an manchen Sonnabenden haben etwa zweihundert Besucher den Mond durch das grofse Teleskop betrachtet. So dient unsere Sternwarte nicht minder zur Verbreitung der Wissenschaft, als zur Erweiterung derselben. — Die astronomische Kolonie auf unserm Berge (Mt. Hamilton, 4209 Fufs über dem Spiegel des stillen Ozeans) besteht aus den sechs Astronomen Holden, Burnham, Schaeberle, Keeler, Barnard und Hill nebst deren Familien und aus drei Unterbeamten, einem Maschinisten, einem Arbeiter und dem Pförtner. 25 bis 30 Personen bilden im ganzen unsere ansässige Bevölkerung.

In gewissem Sinne sind wir Einsiedler, denn die nächste Post-, Eisenbahn- und Telegraphen-Station liegt in einer Entfernung von 26 (engl.) Meilen in der kleinen Stadt San José, der Hauptstadt des schönen Thales von Santa Clara. Bei gutem Wetter bringt uns jedoch der tägliche Postwagen eine ganze Ladung Schaulustiger, welche eine Stunde dableiben und dann wieder heimkehren. Während der strengsten Winterstürme sind wir aber manchmal vier bis fünf Tage ohne jede Verbindung mit der Aufsenwelt. Gleichwohl dürfte kein Mitglied unserer Kolonie irgendwelche Vereinsamung empfinden, denn wir sind alle vollauf beschäftigt und die Umgebung ist von aufserordentlicher Schönheit. Die landschaftliche Lage der Sternwarte zeigt der auf der folgenden Seite gegebene Holzschnitt, welcher nach einer von Herrn Burnham aufgenommenen Photographie gefertigt ist. Unser ganzes Leben hier ist völlig von dem der Stadtbewohner verschieden und es entwickelt sich eine gewisse Unabhängigkeit, welche täglich mehr Freude bereitet.

Der Gipfel des Berges war früher völlig spitz, ist aber zu einer ebenen Fläche abgetragen worden, die gerade Platz genug gewährt für die Gebäude, welche unsere Instrumente und Diensträume bergen. Eines der Wohnhäuser steht unmittelbar östlich von dem Plateau und um soviel niedriger, dafs das dritte Stockwerk in gleicher Höhe mit dem Bergesgipfel liegt. Gleich unterhalb dieses Hauses befinden sich weitere Wohnhäuser für Astronomen und andere für Unterbeamte. Unsere drei Wasserbehälter befinden sich auf drei benachbarten Bergspitzen (Huyghens Peak 40′ tiefer, Keplers und Copernikus Peak etwa 42′, resp. 171′ höher). Da alle uns auf dem Berge zur Verfügung

stehende Kraft vom Wasser herrührt, so sind diese Verhältnisse von grofser Wichtigkeit. Die Quellen auf Aquarius liefern das für häusliche Zwecke nöthige Wasser. Das Huyghens-Bassin sammelt das Abflufswasser aus der hydraulischen Maschinenanlage des Hauptgebäudes und eine Windmühle pumpt von hier aus dasselbe Wasser wieder bis hinauf zum höchsten Behälter, Copernikus. Von diesem wird das Wasser für die hydraulischen Pressen geliefert und fliefst dann nach Abgabe seiner Arbeitskraft wieder in den Huyghens, um von



Mount Hamilton mit der Lick-Sternwarte.

hier abermals zum Copernikus gehoben zu werden und so den Kreislauf von neuem zu beginnen.

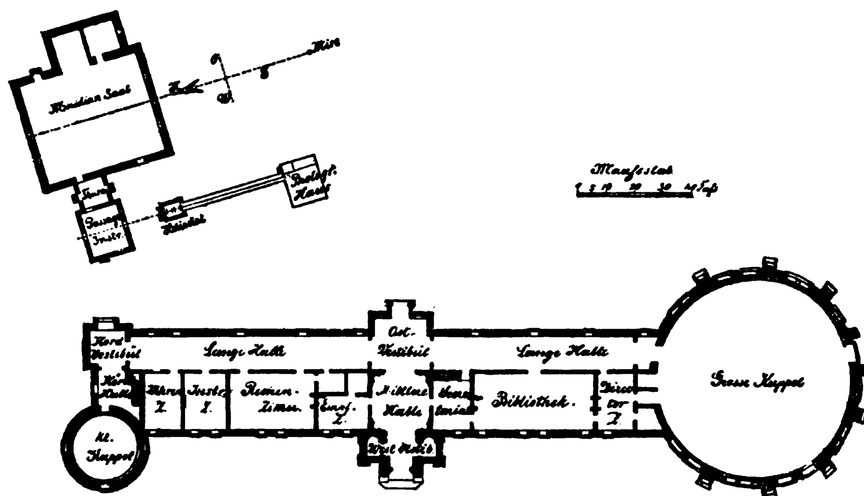
Die Anlage der Baulichkeiten ist aus dem auf umstehender Seite befindlichen Grundrifs leicht verständlich und brauchen wir dazu nur noch zu bemerken, dafs die Fundamente jedes Instrumentes auf dem festen Fels ruhen und dafs östlich von dem langen Saal Platz gelassen ist für die in den nächsten Jahren noch zu erbauenden Amtsräume und Laboratorien.

Die dem Bauplan zu Grunde liegende Idee ist, dafs das grofse Aequatorial als das wichtigste Instrument unabhängig gemacht werden mufste von den anderen Observatorien, welche die kleineren, wenn auch nicht minder vorzüglichen, Hilfsinstrumente bergen.

Das zwölfzöllige Aequatorial (ein Meisterstück des jüngeren Alvan

Clark) dient zu vielen Beobachtungen, welche nicht die Kraft des grofsen Refraktors erheischen. Der schöne sechszöllige Meridiankreis von Repsold (dem Strafsburger Instrumente nachgebildet) bestimmt die Oerter der Vergleichsterne u. s. w., wird auch zu selbstständigen Arbeiten verwendet und kann sogar frei beweglich gemacht werden. Das Durchgangsinstrument von vier Zoll Oeffnung ist der Zeit- und Breitenbestimmung gewidmet.

Eine unserer Hauptaufgaben wird ein sorgfältiges Studium der Refraktion sein. Ein Repsoldsches Universalinstrument wird hierbei den Meridiankreis ergänzen. Sonnenfinsternisse, Merkur- und Venus-



Grundriſs der Lick-Sternwarte.

durchgänge u. s. w. können mit dem horizontalen Photoheliographen von 4 Zoll Oeffnung und 40 Fufs Brennweite photographirt werden, wie dies zum Theil auch schon ausgeführt worden ist. Der Kometensucher, ein tragbares Aequatorial von 6 Zoll Oeffnung, Uhren von Dent, Hohwü, Frodsham und Howard, und endlich ein sehr vollendeter Apparat zum Ausmessen der Photographien vervollständigen die Liste der wichtigeren Nebeninstrumente.

Das grofse Teleskop vereinigt in Wahrheit drei Fernrohre in sich. Es ist für mikrometrische Messungen eingerichtet und arbeitet jetzt in dieser Richtung mit grofser Vollkommenheit. Ein kürzlich in den „Astronomischen Nachrichten“ veröffentlichtes langes Verzeichnifs von neuen Doppelsternen und Messungen als schwierig bekannter Doppelsterne durch Herrn Burnham ist ein gutes Zeugnifs seiner Vorzüglichkeit in dieser Beziehung.

Das optische Objektiv von 36 Zoll Oeffnung und etwa 56 Fufs (17 m) Brennweite ist ganz besonders vollkommen. Eine dritte Linse aus Crownglas kann schnell vor dem optischen Objektive eingefügt werden und verwandelt dann das Teleskop in eine gigantische photographische Camera von 33 Zoll Oeffnung und 45 Fufs Fokallänge. Auch diese Linse ist, wie die schon versuchsweise gefertigten Stern- und Mondaufnahmen beweisen, ganz ausgezeichnet.*) Um längere Expositionen mit Erfolg ausführen zu können, brauchen wir noch einen Apparat zur Bewegung der photographischen Platte durch die Hand, um die Stellung des Teleskops von Zeit zu Zeit korrigiren zu können. Bei den ganz grofsen Refraktoren ist es nämlich nöthig, dafs diese Handkorrektion nur die Platte und nicht den ganzen Tubus bewege. Die grofse Brennweite des photographischen Teleskops macht dasselbe zu einem höchst brauchbaren Instrument zur Ermittelung von Fixsternparallaxen aus den Messungen ihrer photographischen Bilder, denn einer Bogensekunde am Himmel entspricht auf der Platte eine Länge von 0,003 Zoll.

In dritter Linie wird unser Instrument zur Spektroskopie verwendet. Das Mikrometer kann sehr schnell entfernt werden, so dafs das Okularende völlig frei wird. Dieses ganze Ende ist nun von einem drehbaren Panzer (einem eisernen Cylinder) umgeben, an welchem zwei lange Messingstäbe befestigt werden können, mit denen wiederum das Spektroskop verbunden ist. Der Panzer läfst sich leicht im Positionswinkel drehen und so kann man den Spalt des Spektroskops schnell und doch ohne Erschütterung z. B. rings um den Umfang der Sonne herumwandern lassen. Unsere vornehmliche spektroskopische Arbeit wird sich der Bestimmung der Bewegung der Sterne in der Gesichtslinie und der Beobachtung der Planetenspektra zuwenden.

Gewöhnlich pflegt ein Apparat, welcher so vielerlei Zwecken gleichzeitig dienen soll, eine jede Verrichtung nur mit mittelmäfsiger Güte auszuführen. Indessen hat die Geschicklichkeit, mit welcher die Konstrukteure unserer Montirung (Messrs. Wamer und Swasey aus Cleveland) unsere Ideen ausgeführt haben, uns doch ein Teleskop geliefert, das gleich geeignet ist für optische, spektroskopische und photographische Beobachtung. Das ganze Fernrohr hat demgemäfs drei verschiedene Längen: das optische Instrument ist 56 Fufs, das

*) Unsere Zeitschrift wird in ihrer nächsten Nummer Facsimile-Nachbildungen in Heliogravüre von zweien dieser ganz vortrefflichen Mondphotographien bringen. Die Red.

photographische 49 Fufs lang, während das Fernrohr in Verbindung mit dem Spektroskop etwa 62 Fufs Länge erhält.

Diese ganz besonderen Umstände liefsen alle gewöhnlichen Arten von Beobachtungsstühlen von vorn herein garnicht in Betracht kommen. Ein sehr glücklicher von Sir Howard Grubbs den „Lick Trustees“ gegebener Rath fand daher begeisterte Aufnahme. Diese Idee bestand darin, einen Theil des Kuppelfufsbodens, der 60 Fufs im Durchmesser hält, durch 16½ Fufs auf und nieder zu bewegen.*)

Durch dieses Hülfsmittel kann der Beobachter von einer gewöhnlichen Trittleiter aus das Okular, den photographischen Fokus und auch das Spektroskop erreichen. Die ersten Einrichtungen zur Bewegung des Fufsbodens stellten nicht ganz zufrieden, da die Bewegung zu langsam erfolgte. Die jetzige Konstruktion arbeitet jedoch vorzüglich; sie besteht in vier achtzölligen hydraulischen Pressen, welche den Fufsboden in der Minute um mehr als zwei Fufs heben oder senken, was, wie die Erfahrung uns gelehrt hat, schnell genug ist. Ich bin fest überzeugt, dafs diese werthvolle Erfindung des Sir Howard Grubbs sich bei allen grofsen Fernrohren als vortheilhaft erweisen müfste.

Ein Wort mag auch über die 75 Fufs hohe Kuppel, welche das Aequatorial bedeckt, gesagt werden. Sie ist von den „Union iron works“ in San Franzisco erbaut und zwar in Anlehnung an die Pläne der Kuppel des 26-zölligen Refraktors der Universität von Virginia und unter Anbringung einiger Verbesserungen. Sie wiegt 199 000 engl. Pfund (90 262 kg) und kann durch Wasserkraft in acht Minuten um 360 Grad gedreht werden. Auch die Klappe stellt uns in jeder Beziehung zufrieden.

Soviel sei über die mechanischen Hülfsvorrichtungen zum grofsen Aequatorial bemerkt.

Es erübrigt noch, die Leistungen unseres Riesenfernrohres zu betrachten. Die Ausdehnung unseres Beobachtungsgebietes ist grenzenlos. Kein Objekt haben wir bis jetzt betrachtet, ohne Neues von oft weitgehender Bedeutung zu sehen. — Marsbeobachtungen haben wir angestellt, als der Planet eine Zenithdistanz von 60 Grad und einen Durchmesser von nur 8—9 Zoll besafs und bereits über die Quadratur hinaus war. Die vierzig Zeichnungen, welche wir nach

*) Es dürfte den Leser interessiren zu erfahren, dafs bei der neuen gegen Ende des gegenwärtigen Monats Mai zu eröffnenden Urania-Sternwarte in Berlin für deren grofsen Refraktor dieselbe Einrichtung getroffen worden ist. Die Red.

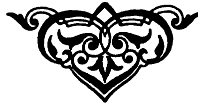
dem 15. Juli (die Opposition fand im April statt) erhalten haben, zeigen viele, wo nicht die meisten der Kanäle des Professor Schiaparelli. Allerdings wurden unter solchen Verhältnissen keine Verdoppelungen gesehen. — Jupiter ist erst selten sorgfältig studirt worden. Die Verfinsterungen seiner Satelliten lassen sich durch ihre Phasen verfolgen, wie die unseres Mondes. — Saturn bietet einen höchst interessanten Anblick. Nie habe ich die Flecke auf seiner Oberfläche oder den dunklen Ring mit auch nur annähernd gleicher Schärfe gesehen, als hier. Eine interessante Aehnlichkeit zwischen dem Aussehen der Ringe A und B ist höchst auffallend: Ihre Verschiedenheiten scheinen lediglich auf Helligkeitsunterschieden zu beruhen. — Uranus hat bisher noch nicht gut gesehen werden können, da unser Winterwetter nicht günstig ist. — Ich glaube endlich mit Bestimmtheit behaupten zu können, dafs Neptun innerhalb 20″ Distanz keinen bisher unbekannten Trabanten besitzt, sowie dafs seine Scheibe kreisförmig und frei von Flecken ist.

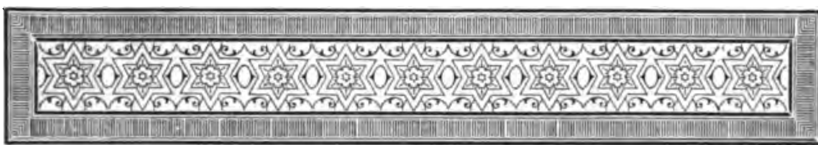
Die Sonnenfinsternifs vom 1. Januar 1889 ist überall in Kalifornien beobachtet worden, sowohl durch Expeditionen, die von Seiten der Sternwarten des Harvard College, des Carlton College, der Washington University u. s. w. entsandt waren, als auch von vielen astronomischen Liebhabern und Photographen. Die Licksternwarte hatte ein Schriftchen mit Rathschlägen für die Beobachter der Finsternifs in weite Kreise verbreitet und trug so dazu bei, dafs Zeichnungen, Beobachtungen und Photogramme nach einem einheitlichen Plane erhalten wurden. Unsere photographischen Instruktionen waren von M. Burnham verfafst und haben, wo sie befolgt worden sind, gute Resultate erzielt. Eine der bemerkenswerthesten Thatsachen bei der Beobachtung dieser Finsternifs war das geschlossene Zusammengehen der Licksternwarte mit der „Amateur Photographic Association" von Kalifornien. Eine grofse Anzahl der Mitglieder dieser Gesellschaft betheiligte sich an einem Verfahren, durch welches Negativs der Corona nach einem einheitlichen System bei den verschiedensten Belichtungszeiten gewonnen wurden. Die Diskussion der von diesen Herren erhaltenen 160 oder mehr Negativs wird werthvolle photometrische Data liefern und die Frage nach den für die verschiedenen Theile der Corona geeigneten Belichtungszeiten unter anderem vollständig lösen. Eine Expedition ward auch von der Licksternwarte selbst in die Zentralitätszone entsandt und glückten dieser sowohl vortreffliche Corona-Photogramme (aufgenommen

von Mr. Barnard*), als auch spektroskopische Beobachtungen (zur Wiederholung der Untersuchungen von Professor Hastings aus dem Jahre 1883) und photometrische Messungen der totalen von der Corona ausgesandten Lichtmenge. Auch auf dem Mt. Hamilton selbst wurde eine Reihe von photoheliographischen Bildern der partiell verfinsterten Sonne genommen. In jeder Beziehung scheinen die von den verschiedenen Parteien erlangten Photogramme dieser Finsternifs diejenigen von irgend einer früheren Finsternifs zu übertreffen und wir können interessante Ergebnisse von ihrem Studium erwarten. Besonders zeigen sich die polaren Lichtstreifen weit schöner, als auf älteren Bildern. Die Corona von 1889 ähnelt auffallend der von 1878 und 1867 und es scheint somit jetzt ausgemacht zu sein, dafs die charakteristische Gestalt der Corona mit der Sonnenfleckenhäufigkeit und also auch mit den ihr so sehr ähnlichen Nordlichterscheinungen zusammenhängt.

*) Eines dieser Corona-Photogramme werden wir in unserer nächsten Nummer, gleichfalls in heliographischer Nachbildung, nach einem uns vom Herrn Prof. Holden zur Verfügung gestellten Glasphotogramm veröffentlichen. Die Red.

(Schlufs folgt.)





Neuere Theorieen der Luft- und Gewitter-Elektricität.

Von Professor **L. Sohncke** in **München.**

1.

Die grofsartige Erscheinung des Gewitters mufs auf das Menschengeschlecht in seiner Kindheit einen unvergleichlich gewaltigeren Eindruck gemacht haben als auf das heutige Geschlecht. Denn während die civilisirte Menschheit der Gegenwart im Gewitter nur eine besonders mächtige Bethätigung physikalischer Kräfte erblickt, deren verderblichen Wirkungen sie sogar mit voller Sicherheit zu begegnen weifs, konnten die ältesten Völker — wie noch heute die Wilden — gegenüber den höheren Gewalten nur ihre völlige Ohnmacht empfinden; ja man geht gewifs nicht fehl, wenn man den Ursprung des Götterglaubens zu einem wesentlichen Theil auf diese Naturereignisse zurückführt, in denen der Mensch die göttliche Stimme, die Stimme des Donnerers, unmittelbar zu vernehmen glaubte. Wenn nun auch gewifs schon Jahrtausende verflossen sind, seit in denkenden Köpfen die Ueberzeugung aufzudämmern begann, dafs dem Gewitter ebenso wie anderen Naturerscheinungen natürliche Kräfte zu Grunde liegen, so hat es doch bekanntlich bis gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts gedauert, ehe die elektrische Natur des Gewitters hier und da zunächst geahnt, sodann von Winkler bestimmt erkannt und von Franklin unwiderleglich bewiesen wurde. Es konnte nicht fehlen, dafs man bei Gelegenheit dieser Untersuchungen auch bald auf die gewöhnliche Luftelektricität aufmerksam wurde, die sich dadurch bethätigt, dafs ein beliebiger Punkt der Atmosphäre fast jeder Zeit in anderem elektrischen Zustande befindlich ist als der Erdboden unter ihm.

Die Entdeckung der elektrischen Natur des Gewitters bezeichnet sicherlich einen der gewaltigsten Fortschritte in unserer Naturerkenntnifs. Wie uns aber jede neue Entdeckung sofort wieder vor neue Räthsel stellt, so mufsten sich auch hier sogleich die Fragen aufdrängen: woher denn beim Gewitter die gewaltigen Ansammlungen von Elektricität entspringen, und welches die Quelle der gewöhnlichen atmo-

sphärischen Elektricität sei. Obgleich nun seit der Franklinschen Entdeckung bald ein und ein halbes Jahrhundert verflossen sein wird, so kann man doch bis auf den heutigen Tag noch nicht behaupten, dafs schon eine endgiltige und alle Zweifel ausschliefsende Antwort auf diese Fragen gegeben sei. In einem vor wenigen Jahren erschienenen Schriftchen*) führt Hr. Suchsland nicht weniger als 24 bis dahin aufgestellte Theorieen der Luft- und Gewitter-Elektricität vor; und seither sind schon wieder mehrere neue hinzugekommen. Eine der von Suchsland aufgezählten Theorieen rührt vom Verfasser dieser Zeilen her**); dieselbe hat bis jetzt zwar hier und da Widerspruch, aber keinerlei Widerlegung erfahren; ich werde weiter unten auf sie zurückkommen.

Die früheren Erklärungsversuche sind fast sämtlich als unhaltbar erkannt; und diejenigen von ihnen, für welche diese Behauptung nicht zutrifft, sind jedenfalls nicht durch so überzeugende Gründe gestützt, dafs sie für sonderlich wahrscheinlich gelten könnten. Auf alle diese Hypothesen soll nicht weiter eingegangen werden. Dagegen ist es der Zweck dieser Zeilen, mehrere seit dem Erscheinen meiner Schrift veröffentlichte Theorieen einer genaueren Prüfung zu unterwerfen. Nicht auf alle seither geäufserten Ansichten soll eingegangen werden; namentlich werden solche Erklärungsversuche, welche die Ursache der atmosphärischen Elektricität in Vorgängen finden, bei denen nachgewiesenermafsen keine Elektricität entsteht, (z. B. Reibung von Luft oder Wasserdampf an anderen Körpern) unerwähnt bleiben, denn sie entbehren des festen Fundaments der Erfahrung. Immerhin sind es vier verschiedene Erklärungsversuche, für welche ich die Aufmerksamkeit des geneigten Lesers in Anspruch nehmen möchte, es sind die der Herren Suchsland, Wurster, F. Exner und ganz besonders der des Hrn. Arrhenius. Das Hauptaugenmerk soll dabei nicht sowohl darauf gerichtet werden, wie sich die thatsächlichen elektrisch-meteorologischen Erscheinungen aus der angenommenen Ursache ableiten lassen, als vielmehr darauf, ob diese Ursache auch sicher und wohlbegründet erscheint.

Die Suchslandsche Theorie nimmt ihren Ausgang von der altberühmten Voltaschen Säule, die durch wiederholte Aufschichtung der drei Substanzen: Kupfer, Zink, feuchter Leiter; Kupfer, Zink,

*) E. Suchsland: Die gemeinschaftliche Ursache der elektrischen Meteore und des Hagels. Halle a./S. 1886. 8°. 59 S.

**) L. Sohncke: Der Ursprung der Gewitter-Elektricität und der gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre. Jena. Fischer. 1885. 74 S.

feuchter Leiter; . . . entsteht; nur dafs das Zink durch Blei ersetzt und der Aufbau mit Absicht unregelmäfsig bewerkstelligt wird. „Wir stellen uns eine Anzahl Voltascher Elemente aus Schrotkörnern und Zündhütchen ohne Füllung her, indem wir zwei und zwei zusammenklopfen. Zwischen eine gröfsere Zahl derselben mischen wir Kugeln aus angefeuchtetem Seidenpapier, alles zusammen binden wir in einen Schleier zur Form einer Kugel zusammen. Es zeigt sich, dafs ein derartiges Conglomerat zwei Pole hat, bei deren Berührung das Galvanometer eine besonders starke Ablenkung erfährt.“ Dies ist nicht überraschend; das Gegentheil: die elektrische Neutralität des ganzen Gebildes wäre überraschend gewesen, weil diese sich nur bei ganz speziellen, also im allgemeinen sehr unwahrscheinlichen Anordnungen der gegebenen Anzahl von galvanischen Elementen hätte herstellen können.

Als Gebilde von ganz analogem Bau wie diese „Voltaschen Conglomerate“ fafst nun Hr. Suchsland jede Gewitterwolke und jede Hagelwolke auf. Freilich finden sich im Gewölk keine Metalle; an ihre Stelle treten die beiden Gase Stickstoff und Sauerstoff, aus denen die Atmosphäre zusammengesetzt ist. „Wir sind berechtigt, eine Gewitterwolke als ein grofses Voltasches Conglomerat absoluter Gaselemente (Stickstoff, Sauerstoff, Wasser) anzusehen, in welchem vor dem Ausbruch des Gewitters die Gasmoleküle beliebige Lagerung zu einander haben.“ Im allgemeinen werden dabei an den einzelnen Punkten der Wolke elektrische Spannungen irgend welcher Gröfse auftreten. Wenn dieselben eine gewisse Intensität erreichen, „werden die Elektricitäts-Centren aktiv, indem sie die benachbarten Luftatome nach ihrer Polarität ordnen. Geordnet verstärken dann ihrerseits die benachbarten absoluten Gaselemente das aktive Elektricitätscentrum und so bildet dieses einen Gewitterherd, von dem aus die ganze Wolke, so weit sie durch genügende Einlagerung von Wasserkügelchen dazu fähig ist, mit wachsender Geschwindigkeit in ein aktives Voltasches Conglomerat verwandelt wird.“

Drei verschiedene Annahmen sind es, auf denen diese Theorie beruht: Die elektrische Erregung verschiedenartiger Gase durch Berührung; die Wirksamkeit einer aus Isolatoren gebauten Voltaschen Säule; endlich eine eigenthümliche Wirkung der Voltaschen Säule auf eine sie umgebende Wolke, darin bestehend, dafs die benachbarten elektrischen Gastheilchen sich alternirend nach ihrer Polarität ordnen. Herr Suchsland begnügt sich im wesentlichen mit einem Begründungsversuch für die erste Annahme; viel flüchtiger verweilt er bei

der letzten; die zweite aber führt er stillschweigend ohne weitere Rechtfertigung ein.

Dafs verschiedene Gase elektromotorisch aufeinander wirken, wird aus Versuchen gefolgert, welche Grove und Beetz mit sog. Gasbatterieen angestellt haben. Die Bedingungen, unter denen diese Physiker arbeiteten, waren freilich wesentlich andere, als in der freien Luft verwirklicht sind. Nichtsdestoweniger darf der Satz, dafs sich zwei verschiedene Gase durch Berührung entgegengesetzt elektrisch laden, immerhin als wahrscheinlich gelten, freilich — wie mir scheint — nur unter der Einschränkung, dafs einzelne Gasatome zum Kontakt gelangen. Dagegen ist es recht unwahrscheinlich, dafs die zweiatomigen Sauerstoffmolekeln und die zweiatomigen Stickstoffmolekeln, deren chemisch indifferentes Gemenge unsere atmosphärische Luft bildet, bei der Berührung elektrisch werden sollten.

Wenn letzteres aber auch zugegeben wird, so ist doch das von dem Erfinder der Theorie in Gedanken aufgebaute Gebilde einer aus Isolatoren zusammengesetzten Voltaschen Säule in der Physik unerhört. Es besteht aber wirklich aus Isolatoren! Denn die Gase unserer Atmosphäre gehören, bei mäfsigen Drucken, zu den besten Nichtleitern, die wir kennen. Ja auch das absolut reine destillirte Wasser ist nach Herrn F. Kohlrauschs Ermittelungen ein ganz ungemein schlechter Leiter der Elektricität. Die Tröpfchen der Wolken sind aber solches destillirtes Wasser von ungemeiner Reinheit. (Nur wo sich zufällig geringe Salpetersäuremengen in der Luft vorfinden, worauf Hr. Suchsland hinweist, werden die Tröpfchen etwas besser leiten.) Es besteht also die aus Stickstoff, Sauerstoff, Wasser aufgestellte Voltasche Säule aus zwei unzweifelhaften Isolatoren und einem in den allermeisten Fällen ebenfalls ungemein schlechten Leiter. Ehe nun nicht durch Laboratoriumsversuche nachgewiesen ist, dafs eine in solcher Art aus Nichtleitern aufgebaute Säule analoge Wirkungen zu äufsern vermag wie eine in gewöhnlicher Art aus Leitern zusammengesetzte Voltasche Säule, kann die vorliegende Theorie nicht den Anspruch erheben, auch nur auf einigermafsen sicherem Fundament zu ruhen.

Hierzu kommt nun noch die völlige Unsicherheit der dritten Annahme, dafs durch diese Voltasche Säule in der Umgebung eine alternirende Lagerung der entgegengesetzt elektrischen Gastheilchen bewirkt werde. Zur Herstellung einer solchen Anordnung würde doch erforderlich sein, dafs die Stickstoff- und Sauerstoffmolekeln der Luft nicht frei beweglich wären. So lange sie nämlich frei sind, müssen die durch Kontakt positiv elektrisch gewordenen Theilchen sich in die

Nähe des negativen Pols der Säule begeben, die negativen Theilchen zum anderen Pol. Nun citirt Hr. Suchsland freilich Groves Autorität für seine Ansicht, auch spricht er von einer elektrischen Fesselung der Gastheilchen und macht dieselbe sogar für die Abkühlung in der Gewitter- und Hagelwolke verantwortlich. Aber man sieht sich vergeblich nach wirklichen Gründen um, durch welche ein solcher Vorgang auch nur einigermafsen wahrscheinlich gemacht, geschweige denn bewiesen würde.

Wenn so zwei von den drei Annahmen, auf denen die Theorie ruht, durchaus unerwiesen und von vornherein unwahrscheinlich sind, und wenn auch die dritte nur mit einer Einschränkung für wahrscheinlich gelten kann, so erscheint der Ausspruch wohl berechtigt, dafs durch diese Theorie das Räthsel der Luftelektricität kaum gelöst sein dürfte.

Auf gänzlich anderer Grundlage ruht die Wurstersche Theorie.*) Nach ihr sind die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre eine Folge der Sonnenstrahlung, und zwar vermöge der Ozonbildung, die stets von Elektricitätsentwickelung begleitet sei. Hr. Wurster argumentirt folgendermafsen.

Wo Sonnenstrahlen auf Sauerstoff und Wasser treffen, wird hier und da eine Sauerstoffmolekel in ihre zwei Atome gespalten. Eins derselben verbindet sich mit einer ungespaltenen Sauerstoffmolekel zu Ozon, das andere mit einer Wassermolekel zu Wasserstoffsuperoxyd. „So bildet sich Ozon durch Bestrahlung immer in den obersten Nebelschichten der Wolken.“ Hr. Wurster hat das vielfach beobachtet, wenn er bei Seefahrten bald in Nebelmassen ein-, bald aus solchen heraustrat. Wenn demnach Wolken von oben her wachsen, also immer neue Nebelschichten von oben her sich auf der Wolke ablagern, so bilden sich dort im Sonnenschein immer neue Ozonmengen. Aber die geringste hochgelegene feine Wolkenschicht, wenn auch die Sonne noch so deutlich zu erkennen ist, verhindert unten die Bildung von Ozon; auch zeigt sich kein Ozon in dichtem, tagelangem Nebel.

Hr. Wurster ist nun der Ansicht, dafs überall, wo Ozon entsteht, auch negative Elektricität auftritt. Denn „alle Autoren, die sich mit den elektrischen Eigenschaften des Ozons beschäftigt haben, schreiben ihm starke negativ-elektrische Eigenschaften zu.“ „Ist in den der

*) C. Wurster: Die Aktivirung des Sauerstoffs der Atmosphäre und deren Zusammenhang mit den elektrischen Erscheinungen der Luft und mit der Entstehung der Gewitter. Ber. d. deutsch. chem. Ges. Jahrgang 19. Berlin 1886. 8°. 9 S.

Sonne zugekehrten Schichten der Wolke Ozon vorhanden, so wird dieser Theil der Wolke sich stark negativ zeigen.“ . . . . . „Es wird so nach und nach die ganze obere Wolke negativ-elektrisch werden, und wenn die elektrische Spannung zu grofs wird, ein Ausgleich mit der Erde stattfinden, der Blitz zur Erde schlagen.“

Bei diesen Ueberlegungen ist jedoch auf einen Umstand keine Rücksicht genommen, der die ganze Schlufsfolgerung zu nichte macht. Wenn das entstehende Ozon negativ-elektrisch ist, so mufs gleichzeitig eine gleiche Menge positiver Elektrizität entstanden sein, denn in der ganzen Physik ist kein Vorgang bekannt, bei dem nur eine Art von Elektricität entstände. Immer und überall zeigt sich die Bildung einer Menge von einer Elektricitätsart begleitet von der Bildung einer gleichen Menge der entgegengesetzten Elektricitätsart. Somit erhebt sich unabweislich die Frage: Wenn das entstandene Ozon wirklich negativ-elektrisch ist, wo ist dann die gleiche Menge positiver Elektricität hingekommen? Und aus welcher Ursache trennen sich im vorliegenden Fall die beiden entgegengesetzt geladenen Körper: das negative Ozon und der andere positive Körper soweit von einander, dafs ganze Wolkenmassen vermöge ihres Ozongehalts negativ werden? Auf diese Frage bleibt die Wurstersche Theorie die Antwort schuldig; ja sie stellt die Frage nicht einmal. Und dadurch ist der Beweis geliefert, dafs sie nicht die wahre Theorie der elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre sein kann.

Die beiden noch zu besprechenden Theorieen, so verschieden sie auch im übrigen sind, haben das gemein, dafs sie beide auf eine schon früher ausgesprochene und namentlich von Peltier vertretene Ansicht zurückgreifen, nach welcher der Erdkörper von Anfang an mit einer bestimmten Menge negativer Elektricität geladen sein soll. Diese Ansicht ist natürlich weder direkt beweisbar noch widerlegbar, sie kann ebensowohl wahr wie falsch sein. Für die Veränderungen der atmosphärischen Elektricität und für die Entstehung der Gewitter ist es nun erforderlich, dafs wenigstens ein Theil der elektrischen Ladung des Erdkörpers von der festen oder flüssigen Erdoberfläche zu den Wolken hinaufsteige. Dieser letztere Vorgang wird in den beiden Theorieen durchaus verschieden aufgefafst.

Zunächst betrachte ich die von Herrn F. Exner entwickelte Vorstellung.*) Nach dieser sind es die von den Gewässern oder von dem feuchten Boden aufsteigenden Wasserdämpfe, welche die Ueber-

*) F. Exner: Ueber die Ursache und die Gesetze der atmosphär. Elektricität. Wiener Berichte. 93. II. Abth. Febr.-Heft 1886.

führung der Elektricität von der Erde zur Wolkenregion vermitteln. Allerdings war früher von Herrn Blake durch sorgfältige Laboratoriumsversuche nachgewiesen, dafs die von einer elektrisirten Flüssigkeit aufsteigenden Dämpfe keine nachweisbare Spur von Elektricität mit sich nehmen. Hiergegen wendet aber Herr Exner zunächst ein, dafs elektrisirte Flüssigkeiten schneller verdampfen als unelektrische, woraus auf eine Mitnahme der Elektricität zu schliefsen sei. Ferner glaubte er durch anders angeordnete Versuche mit schnell verdampfenden Flüssigkeiten eine solche Mitnahme thatsächlich erweisen zu können.

Durch eingehende Versuche habe ich indessen gezeigt,*) dafs beide Argumente nicht zutreffen. Die schnellere Verdampfung bei den als Hauptbeweis angeführten Mascartschen Versuchen und auch sonst ist eine nothwendige Folge der durch elektrischen Wind gesteigerten Luftbewegung. Von den Versuchen aber, welche die Elektricitätsmitnahme durch Dämpfe unmittelbar zu beweisen schienen, konnte ich zeigen, dafs sie nothwendigerweise anders gedeutet werden müssen, für das eigentliche Ziel also ganz beweisunkräftig sind. Aufserdem habe ich dann durch zahlreiche neue Versuche nach einer vollkommen anderen Methode nochmals erhärtet, dafs die von elektrisirtem Wasser oder Aether aufsteigenden Dämpfe durchaus keine merklichen Mengen von Elektricität fortführen. Hiermit ist der Exnerschen Theorie der Boden entzogen. Denn wenn der aufsteigende Wasserdampf unfähig ist, die an der Erdoberfläche als vorhanden vorausgesetzte negative Elektricität mit sich emporzunehmen, so bleibt es völlig unerklärt, auf welche Art die bei jedem Gewitter thatsächlich eintretenden gewaltigen Elektricitätsansammlungen in den Wolken zu stande kommen. Diese Theorie kann also nicht länger aufrecht erhalten werden.

2.

Die Arrheniussche Theorie,**) zu der ich mich jetzt wende, beruht auf zwei Annahmen. Die erste besteht, wie erwähnt, darin, den Erdkörper als von Uranfang an mit einer bestimmten negativen Ladung versehen zu denken. Die zweite lautet so: Unter Einflufs direkter Bestrahlung von der Sonne wird die Luft, welche für gewöhnlich ein vollkommener Isolator ist, in geringem Grade leitend,

*) L. Sohncke: Beiträge zur Theorie der Luftelektricität. Sitz. Ber. d. k. bayerischen Akad. d. Wiss. 1888.

**) S. Arrhenius: Ueber den Einflufs der Sonnenstrahlung auf die elektrischen Erscheinungen in der Erdatmosphäre. Meteorolog. Zeitschr. Berlin 1888. S. 297 und 348.

und zwar nicht nach Art der Metalle, sondern nach Art der Elektrolyte oder zersetzbaren Leiter (z. B. der Salzlösungen). Anstatt vermittelst der in der vorigen Theorie herangezogenen Dämpfe würde also unmittelbar durch elektrische Leitung negative Elektricität von der Erdfeste zu den Tröpfchen der Wolken hinaufgeführt, welche sich dadurch laden. Die Luft selbst ladet sich nicht; erfahrungsgemäfs ist nämlich ein Gas unfähig statische Ladungen anzunehmen. Wenn so „durch Sonnenstrahlen Elektricität von der Erde auf die Wolken transportirt ist", so sind durch Bewegungen der geladenen Tröpfchen, sei es in horizontaler, sei es in vertikaler Richtung, besonders aber durch Vereinigung mehrerer zu einem gröfseren Tropfen, die mannigfaltigen Erscheinungen der Luftelektricität und wohl auch die Entstehung von Gewittern einigermafsen begreiflich.

Herr Arrhenius hat den zweiten Fundamentalsatz seiner Theorie, den Satz, dafs sonnenbestrahlte Luft elektrolytisch leitet, durchaus nicht leichthin hypothetisch aufgestellt, sondern zum Beweise desselben sowohl selber eingehende Experimentaluntersuchungen ausgeführt, als auch die Versuche Anderer herbeigezogen, so dafs der Satz zunächst als wohlbegründet erscheinen könnte. Indessen wird es doch nicht überflüssig sein zu untersuchen, ob aus den einschlägigen Beobachtungen wirklich auf die Leitung bestrahlter Luft geschlossen werden darf. Und diese Untersuchung ist um so nothwendiger, als etwa gleichzeitig mit und dann auch nach dem Erscheinen von Herrn Arrhenius' meteorologischer Abhandlung noch eine ganze Reihe von Experimentaluntersuchungen über diesen, durch eine merkwürdige Entdeckung des Herrn Hertz in den Vordergrund des physikalischen Interesses gerückten Gegenstand bekannt gemacht worden ist*), welche den von Arrhenius als Leitung gedeuteten Vorgang doch in einem recht anderen Lichte erscheinen lassen. Indem wir mit dieser Untersuchung ein erst ganz kürzlich erschlossenes Erscheinungsgebiet betreten, wird es unumgänglich nothwendig sein, in buntem Wechsel die mannigfaltigsten Versuchsanordnungen der verschiedenen Experimentatoren vorzuführen, damit aus der Gesamtheit der Beobachtungen schliefslich das eigentliche Wesen der fraglichen Erscheinung deutlich und unzweifelhaft hervortrete.

Vor der Beschreibung der Versuche wird es nützlich sein, mit ein paar Worten auf den Begriff der elektrolytischen Leitung einzugehen. Man kennt elektrolytische, d. h. mit chemischer Zerlegung

*) Fast sämtlich in Wiedemanns Annalen der Physik und Chemie, Jahrg. 1887 und 1888; sowie in den Comptes rendus der Pariser Akademie 1888.

verknüpfte Elektricitätsleitung bisher nur bei chemischen Verbindungen, (z. B. bei verdünnter Schwefelsäure oder bei Metallsalzlösungen und dergl.). Beim Durchgange des elektrischen Stromes scheidet sich dann der elektropositive Bestandtheil der Verbindung an jener Stelle ab, wo der Strom den zersetzbaren Leiter verläfst, der andere, elektronegative Bestandtheil dagegen da, wo der Strom eintritt. Auf diesem Verhalten beruht ja der galvanoplastische Prozefs; denn in der wässerigen Lösung eines Metallsalzes, z. B. des Kupfervitriols, ist das Metall (Kupfer) der elektropositive Bestandtheil, der Säurerest des Salzes der elektronegative.

In welcher Weise soll man sich aber bei der Luft den Vorgang der elektrolytischen Leitung denken? Soll man annehmen, dafs in der zweiatomigen Sauerstoffmolekel das eine Sauerstoffatom elektropositiv, das andere elektronegativ sei? Dafür liegt aber kein sonstiger Grund vor. Auch müfste dann beim Durchgang des elektrischen Stroms, wobei die Molekeln in ihre entgegengesetzt elektrischen Bestandtheile zerfallen, an der Eintrittsstelle des Stroms nur negativer, an der Austrittsstelle nur positiver Sauerstoff auftreten. Aber eine derartige Erscheinung ist gänzlich unbekannt! Dieselbe Schwierigkeit erhebt sich gegen die Annahme, dafs die zweiatomigen Stickstoffmolekeln den Strom elektrolytisch leiten. Oder soll man annehmen, dafs die beiden Gase, Sauerstoff und Stickstoff, die, mechanisch durcheinander gemischt und ohne gegenseitige chemische Einwirkung, unsere Atmosphäre zusammensetzen, in Wahrheit kombinirte „Sauerstoff-Stickstoff-Molekeln" bilden, in denen der Stickstoff dann die Rolle des positiven, der Sauerstoff die des negativen Bestandtheils spielen würde? Dann müfste infolge der elektrolytischen Leitung an dem negativen Erdboden, der positive Stickstoff, in gröfseren Höhen der negative Sauerstoff in überwiegender Menge auftreten. Davon ist aber nicht das mindeste bekannt. Die Mischung der Luft ist bis in die gröfsten Höhen hinauf stets ganz gleichmäfsig gefunden worden! Oder soll man endlich vielleicht den der Luft beigemengten Wasserdampf als den eigentlichen Elektrolyten ansehen? Aber das geht doch gar nicht an, nachdem bei reinstem Wasser die fast völlige Abwesenheit elektrischer Leitungsfähigkeit nachgewiesen ist. Diese Ueberlegungen scheinen wohl geeignet, gleich von vorneherein, schon vor Kenntnifsnahme der Versuche, die begründetsten Bedenken gegen die Vorstellung von einer elektrolytischen Leitung der Luft zu erwecken. Fassen wir jedoch nun die Versuche selbst genauer ins Auge!

Herr Arrhenius knüpft an eine vor etwa zehn Jahren veröffentlichte merkwürdige Beobachtung des Herrn Hittorf an. Jedermann kennt die Geifslerschen Röhren, d. h. Glasröhren, aus denen die Luft bis auf einen geringen Rest (vom Druck einer Quecksilbersäule von wenigen Millimetern oder auch nur von einem Bruchtheil eines Millimeters) ausgepumpt ist. Die Füllung einer solchen Röhre wird bekanntlich hell leuchtend, wenn hochgespannte Elektricität die Röhre von einem Ende zum andern durchfliefst. Zur Ein- und Ausführung des elektrischen Stromes dienen Drähte von Platin oder Aluminium, die in die Rohrenden eingeschmolzen sind. Herr Hittorf bediente sich nun einer Geifslerschen Röhre, in welcher aufser den Drahtelektroden an den Enden auch noch von zwei gegenüberliegenden Punkten der Seitenwände her Platindrähte so eingeschmolzen waren, dafs sie einen Zwischenraum von nur zwei Millimetern zwischen sich liefsen, und versuchte durch diese letzteren Platindräthe einen Strom zu schicken, indem er ihre herausragenden Enden mit den Polen einer schwachen galvanischen Batterie verband. Der Versuch hatte begreiflicher Weise keinen Erfolg; denn die Unterbrechungsstelle zwischen den Platindrähten ist ein vollkommenes Hindernifs für den Durchgang schwach gespannter Elektrizität. Sobald er nun aber den Hauptstrom, geliefert von einer Batterie von tausend Elementen, der Länge nach durch die Röhre gehen liefs, so dafs ihre Füllung leuchtend wurde, so begann auch der Querstrom zu fliefsen. Durch das Fliefsen des Hauptstroms schienen also die Lufttheilchen in einen Zwangszustand versetzt zu sein, in welchem sie befähigt waren, nun überhaupt Elektricität zu leiten, auch wenn letztere von einer schwachen Elektricitätsquelle her geliefert wurde.

Diese merkwürdige Erscheinung hat Herr Arrhenius einem genaueren Studium unterworfen; u. A. hat er untersucht, in welcher Weise das Leitungsvermögen der elektrisch fluoreszirenden Luft abhängig ist von der Stärke des Hauptstroms, von der elektromotorischen Kraft, die den Querstrom zu erzeugen sucht, von der Dichtigkeit der das Rohr füllenden Luft und von anderen Umständen. — Im grofsen und ganzen schienen die Aenderungen des fluoreszirenden Lichts der Luftfüllung und die Aenderungen ihres Leitungsvermögens einander zu entsprechen. Das würde begreiflich sein durch die Annahme: beide Eigenschaften beruhten auf der Beweglichkeit der Bestandtheile, aus denen die Molekeln der Luft zusammengesetzt sind. So gelangt Arrhenius zu dem Ausspruch, „die Gase im phosphoreszirenden (beleuchteten) Zustande seien Elektrolyte“. Zur Unterstützung

dieser Auffassung führt er die von ihm früher gefundene Thatsache an, dafs das Leitungsvermögen von Silberhaloidsalzen in Lösung stark mit der Bestrahlung anwächst. Nun weifs man ja, dafs Lichtstrahlen von kleiner Wellenlänge durch Silbersalze stark absorbirt werden; diese Absorption scheint also die Molekeln aufzulockern und zum elektrolytischen Zerfall geneigter zu machen. Dafs es nun derselbe Vorgang sein müsse, welcher in phosphoreszirenden Gasen den Elektricitätsübergang bewirke, kann aus obiger Analogie natürlich nicht zwingend gefolgert werden; es bleibt eben eine Vermuthung.

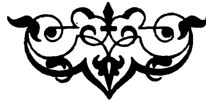
Herr Arrhenius stützt seine Ansicht noch durch einen anderen Versuch. Wenn ein Zinkdraht und ein Platindraht parallel nebeneinander, und weniger als einen Millimeter von einander entfernt, seitlich in ein Geifslersches Rohr eingeschmolzen sind, und wenn sie nun beim Durchgange des Hauptstroms von jenen (Kathoden-) Strahlen getroffen werden, welche bekanntlich in hochverdünnten Räumen von der Austrittsstelle des Stroms (d. h. von der Kathode) entspringen, so verhalten sich diese Drähte ganz ähnlich, als seien sie in eine zersetzbare Flüssigkeit eingetaucht, d. h. sie bilden die Pole einer (freilich immer schwächer werdenden) galvanischen Säule. In welcher anderen Weise dieser scheinbar sehr für Herrn Arrhenius' Ansicht sprechende Versuch wahrscheinlich zu deuten ist, wird erst an einer späteren Stelle verständlich sein; ich komme nachher auf ihn zurück.

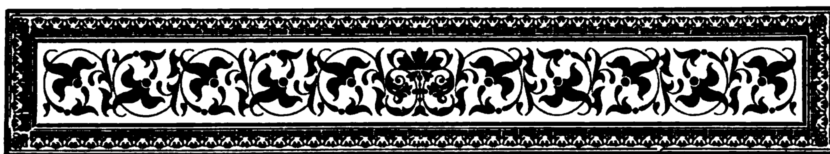
Herr Arrhenius steht übrigens mit seiner Auffassung der Leitung verdünnter Gase als eines elektrolytischen Vorganges nicht allein. Er beruft sich in dieser Hinsicht auf Herrn Schuster, der schon etwas früher ganz ähnliche Ansichten ausgesprochen hat. Letzterer hatte, in Abänderung des Hittorfschen Versuchs, ein weites Gefäfs durch einen freilich nicht bis an die Wandungen reichenden, zur Erde abgeleiteten Metallschirm in zwei Hälften geteilt, die dadurch in elektrischer Hinsicht möglichst unabhängig von einander gemacht waren. Liefs er nun nach erreichter hoher Verdünnung den Hauptstrom durch die Elektroden der einen Kammer ein- und austreten, so vermochte die geringste elektromotorische Kraft auch durch die Elektroden der zweiten Kammer einen Strom zu schicken. Oder wenn sich in letzterer ein von aufsen her geladenes Goldblattelektroskop befand, so verlor dies beim Fliefsen des Hauptstroms rasch seine Ladung. Diese und ähnliche Erscheinungen deutet Herr Schuster durch das Hinüberdiffundiren der positiv und negativ elektrischen Bruchstücke von Gasmolekeln, welche durch den Hauptstrom dissociirt worden seien und nun auch in der zweiten Kammer die Leitung ver-

mittelten. Aber einen zwingenden Beweis für diese Deutung bringt er nicht bei. Leider läfst sich aus seinen Mittheilungen nicht entnehmen, ob die Elektroden der zweiten Kammer vielleicht zum Theil von dem elektrischen Lichte der ersten Kammer getroffen wurden. Doch ist dies auf Grund der jetzt anzuführenden Versuche wohl zu vermuthen.

Herr Arrhenius hat nämlich, angeregt durch die Hertzsche Entdeckung, von der alsbald die Rede sein wird, den Nachweis geführt, dafs jene scheinbare Leitung nur eintritt, wenn die verdünnte Luft mit geeignetem Lichte bestrahlt wird. Zum Zweck dieses Nachweises wurde die kleine zwischen zwei Platindräthen offen gelassene Unterbrechungsstelle in dem mit verdünnter Luft zu füllenden Gefäfs nur vier Millimeter hinter einem Quarzfenster angebracht; und ganz dicht ($^1/_3$ mm) vor diesem Fenster konnten vermittelst einer Holtzschen Influenzmaschine elektrische Funken erzeugt werden. Sobald diese Funken sprangen, vermochte eine sehr mäfsige Batterie (von 9 bis 38 Clark-Elementen) durch jene Unterbrechungsstelle einen Strom zu schicken. Hier konnte auch nicht etwa ein unmittelbarer elektrischer Einflufs (Induktion) wirken, sondern die Bestrahlung mit Licht mufste die Ursache sein; denn zur Vermeidung jeglicher Induktion waren die äufsere Funkenstrecke und die innere Unterbrechung so angeordnet, dafs sie zwei im Raum sich rechtwinklig kreuzende Linien bildeten. Auch wurde die Wirkung der Funken auf weniger als ihren zehnten Teil herabgesetzt, sobald man das Quarzfenster mit Nitrozellulosepapier bedeckte. Dieses vorzügliche Diëlektrikum mufste etwaige elektrische Wirkungen ohne weiteres hindurchlassen, während es für Lichtstrahlen von kleiner Wellenlänge nur sehr wenig durchlässig ist. — Noch mag bemerkt werden, dafs der eben geschilderte Einflufs der Bestrahlung bei 4 bis 5 mm Druck der eingeschlossenen Luft am stärksten, bei 20 mm Druck aber bereits nicht mehr nachweisbar war.

(Fortsetzung folgt.)





Die norwegische Nordmeer-Expedition.

Von **Prof. Dr. H. Mohn,**
Direktor des Norwegischen Meteorologischen Instituts in Christiania.*)

(Fortsetzung.)

Am 24. Juli verliefs die Expedition Tromsö. Das Wetter war bis zum 27. Abends schön, worauf sich ein Nebel über das Meer legte. Wir merkten, dafs wir in den Polarstrom gerathen waren. Die Temperatur der Luft betrug kaum 6°, die der Meeresoberfläche 4,5° und in einer Tiefe von 40 m war schon eiskaltes Wasser von 0°. Die Reise wurde am folgenden Tage nach Westen fortgesetzt. Der dicke Nebel hielt an, so dafs Jan Mayen unsichtbar blieb. Es wurde oft gelothet, aber die Tiefe war fortwährend eine bedeutende, bald gröfser bald geringer, doch immer mindestens 2000 m. Etwas nach Mittag war die Tiefe auf 1200 m herabgegangen; dennoch waren wir nach dem Besteck bereits auf dem Platze, wo Jan Mayen der Karte nach liegen sollte. Wollte der Nebel uns so zum Narren halten, dafs wir Jan Mayen nicht finden sollten? Es sah in der That mystisch aus. Doch setzten wir den Kurs nach Westen fort. Jetzt sahen wir bald, dafs die Zahl der Seevögel gröfser und gröfser wurde; je weiter wir nach Westen kamen, desto mehr von ihnen begegneten uns, bis zuletzt ganze Schaaren von Lummen gegen uns anflogen. Dies zeigte an, dafs das Land nicht weit entfernt sein konnte. Aber wie weit? Die letzte Lothung war 1200 m, und dem Besteck und der Karte nach sollten wir schon beinahe die ganze Breite der Insel passirt haben. Der Nebel lag noch eben so dicht. Die Situation war durchaus nicht angenehm für alle diejenigen an Bord, welche sie verstanden. Wir konnten jeden Augenblick gewärtig sein, direkt aufs Land zu segeln. Dies war die Stimmung beim Mittagsmahl. Da, gerade als das Dessert servirt werden sollte, hörten wir den Steuermann auf Deck rufen:

---

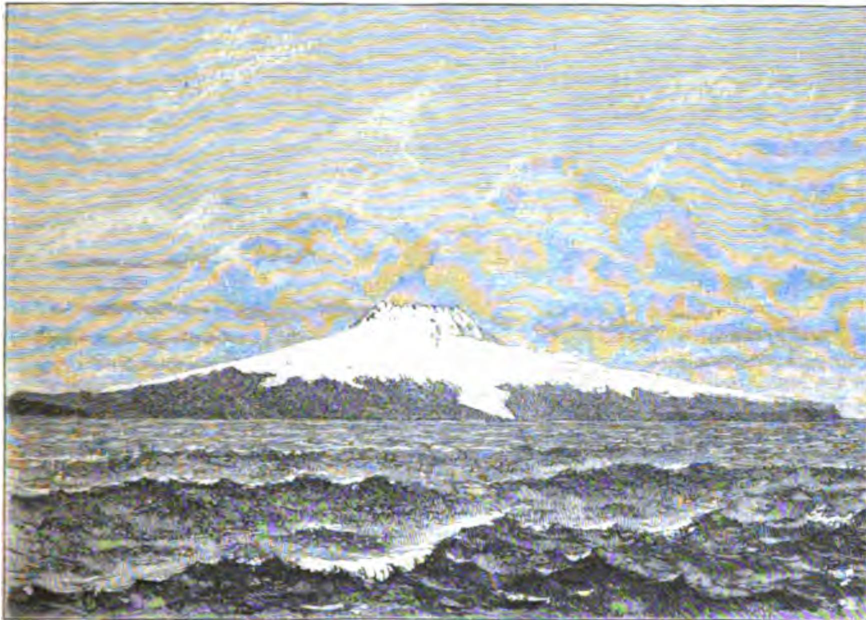
*) Aus dem norwegischen Original-Manuskripte übersetzt von F. S. Archenhold und revidirt vom Verfasser.

„Ich sehe den Gletscher vorne“. Im selbigen Augenblick wurde die Maschine gestoppt, das Loth geworfen und 260 m Tiefe gemessen. Alle Mann liefen auf Deck. Das war eine Aussicht! Vor uns, unter dem Nebel, schäumte die Brandung des Meeres gegen eine schwarze, fast senkrechte Felswand, und über diese hinüber hing eine Eiswand wie ein grofser, weifsgrauer Wasserfall. Es war eine der wildesten Scenerien, die ich je im Leben gesehen habe. Mit dem Lothe auf dem Boden blieben wir auf diesem Platze liegen, in der Erwartung, dafs der Nebel sich heben würde. Wie weit wir vom Lande ab sein mochten, war die nächste Frage. Sie wurde auf folgende Art gelöst. Wir hatten 4 Haubitzen mit als Salutkanonen. Eine von diesen, auf der Seite, welche gegen das Land zeigte, wurde geladen und abgefeuert. In demselben Augenblick sahen vier Beobachter nach ihren Uhren. Mit gespannter Aufmerksamkeit horchten acht Ohren nach dem Echo des Schusses von der steilen Felswand auf Jan Mayen. Es trat ein, deutlich für uns alle; die Sekunden wurden notirt und danach der Abstand vom Lande zu einer kurzen Seemeile berechnet.

Nun lichtete sich der Nebel so weit, dafs wir die Gebirgsvorsprünge gegen Süden und gegen Norden sehen konnten. Da der Wind aus Osten bliefs und die See auf dieser Seite gegen das Land stand, so wurde beschlossen, auf der Nordseite um die Insel herumzugehen und auf der Westseite zu ankern. Wir zogen das Loth ein und dampften nordwärts. Aber kaum waren wir bei der Nordspitze der Insel angelangt, so legte der Nebel sich wieder über unsern ganzen Horizont. Wir steuerten nun zuerst eine Meile Wegs nördlich, dann westlich, südlich und südöstlich. Wir wufsten, dafs wir in dem grönländischen Polarstrome waren. Sollten wir dem Eise begegnen? Wir konnten keins sehen, es lag immer noch Nebel über der See. Wir beobachteten dann alle 5 und 3 Minuten die Temperatur der Meeresoberfläche, sie zeigte jedoch kein besonderes Sinken, als wir gegen Westen vorrückten. Ein paar Stunden vor Mitternacht waren wir unterhalb der Westküste von Jan Mayen. Immerwährend Nebel. Wir lotheten zu wiederholten Malen 400 m, ohne den Grund zu treffen. Da, mit einem Mal, fing der Nebel an sich zu heben. Das Unterland der Insel wurde sichtbar und wir konnten einen Punkt nach dem andern aus dem Vergleich mit den Beschreibungen und Abbildungen von Scoresby und Karl Vogt erkennen. Wir konnten nun unsern Ankerplatz wählen und ankerten um 11 Uhr in der Marie-Muss-Bucht, unterhalb des alten, malerischen Kraters, den wir Vogelberg nannten und zwar vor dem Thale, wo später die vom

Grafen Wilczek ausgerüstete, österreichische Polarstation ihre Wohnstätte in den Jahren 1882 und 1883 hatte.

Jan Mayen hat seinen Namen nach einem holländischen Seefahrer, der die Insel um 1611 entdeckt hat. Es liegt auf der Breite des Nordkaps (71°), im Nordosten von Island, im Osten von Grönland und im Südwesten von Spitzbergen. Die Insel erstreckt sich von Südwesten nach Nordosten und ist 7 (geogr.) Meilen lang, während ihre Breite zwischen $^1/_4$ und 2 Meilen schwankt. Sie ist durch



Der Beerenberg auf Jan Mayen, 2545 Meter hoch, aus SSW. gesehen.

und durch aus vulkanischen Gebirgsarten aufgebaut und besteht aus zwei Theilen, die durch einen schmalen und niedrigen Gebirgsrücken, der nur 67 m hoch und einen guten Kilometer breit ist, verbunden sind Der südliche Theil der Insel ist gleichfalls schmal, seine höchsten Gipfel, welche mit den Namen der österreichischen Kaiserfamilie belegt sind, erheben sich bis zu einer Höhe von 840 m. Der nördliche Theil von Jan Mayen dagegen ist viereckig gestaltet, und zwischen der Mitte derselben und der nordöstlichen Ecke thront ein 2545 m hoher Vulkankegel, der Beerenberg, in einsamer Gröfse und Schönheit. Die vulkanische Thätigkeit von Jan Mayen ist nun längst erloschen; nur Nachwirkungen zeigen sich in Gestalt von warmen Dämpfen, die, nach Beobachtungen der österreichischen Polarstation,

noch zuweilen den Spalten des Aschenkraters der Eier-Insel entströmen. Jetzt trägt der Beerenberg auf seinen Schultern einen mächtigen Schneemantel, von dem nicht weniger als 10 ausgedehnte Eiswandungen (Gletscher) bis zum Meeresufer herabfallen.

Jan Mayen ist seit jeher von Seefahrern besucht worden, welche in diesen Gegenden den Walfisch- und Seehundfang betrieben haben. Bewohnt war die Insel, so viel man weifs, nur zweimal, nämlich im Winter 1633—34 von einigen holländischen Seeleuten, die den Versuch machten, hier zu überwintern, aber leider alle, ehe der Frühling kam, dem tückischen Skorbut unterlagen, und später noch einmal im Jahre der internationalen Polarexpeditionen 1882—1883, als die österreichische Expedition hier ihre Station hatte. Die Hauptursache, weshalb Jan Mayen, trotzdem viele hier vorübergesegelt sind, früher so wenig bekannt war, ist wohl der völlige Mangel eines Hafens für Schiffe oder Boote gewesen. Die Wellen des Nordmeeres rollen beinahe immer gegen den offenen, an vielen Stellen steilen Strand und machen die Landung unmöglich.

Besonders glücklich mufsten wir uns deshalb schätzen, dafs wir am 29. Juli 1877 Morgens das Meer ganz ruhig und die Wolkenschicht so hoch gehoben fanden, dafs der ganze untere Theil von Jan Mayen, sichtbar wurde. Früh Morgens hatte auch der Beerenberg in kurzen Zwischenräumen seine majestätische Gestalt durch die vorüberziehenden Wolkenmassen gezeigt, später aber blieb derselbe unsern Blicken entzogen; erst mehrere Tage später trat er noch klarer und reiner hervor.

Mit Botanisirtrommel, Hammer, Kompafs, Barometer, Thermometer und Schufswaffe ausgerüstet, stiegen die Mitglieder der Expedition Vormittags in mehreren Partien von Bord. Vor uns lag der eigenthümliche, schöne Vogelberg, ein Krater, dessen äufsere Seite ins Meer gestürzt ist, mit seinen phantastischen Formen und herrlichen Farben, die uns stark an die ein Jahr früher von uns besuchten Westmanna-Inseln bei Island erinnerten. Er setzte sogleich unseren Landschaftsmaler in Thätigkeit. Als wir an das Ufer kamen, war die See so glatt, dafs wir, ohne ins Wasser steigen zu müssen, trockenen Fufses ans Land kamen. Wir landeten in einer Bucht, Marie-Muss-Bucht genannt, wo vom Meere ein langer Strand aus schwarzen Rollsteinen vulkanischer Gebirgsarten aufgeworfen war. Schon hier am Strande stiefs unser Auge auf interessante Dinge. Nur wenig über der Meeresfläche war das ganze Ufer mit Treibholz besät. Es waren gröfsere

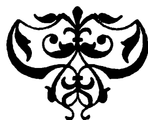
und kleinere Stämme mit Wurzeln und Geäst, fast alle von Nadelhölzern. Zwischen diesen sah man ein einzelnes Schiffsknie und die Kiefern eines Wals von beträchtlicher Länge. Die Wanderung nach oben begann. Unsere Botaniker sammelten Pflanzen, die grade in Blüthe standen und zwischen den losen vulkanischen Steinen, die den Humus bildeten, hervorlugten, der augenscheinlich erst kürzlich vom Schnee verlassen war. Es war nur eine arme Flora, und nichtsdestoweniger zeigte sich uns Jan Mayen in nicht wenig frisches Grün eingekleidet, — es waren Moose, die sowohl auf dem Oberland wie an den Abhängen grofse Strecken bedeckten, und welche einen vortrefflich wirksamen Gegensatz zu den schwarzen, braunen und stellenweise ganz rothen Steinarten abgaben, die in dieser Landschaft herrschend sind.

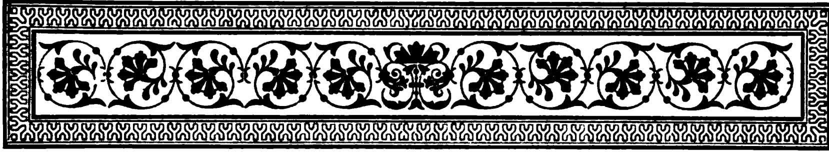
Zum Zwecke geologischer Untersuchungen und Höhenmessungen kletterte ich die nächsten Bergrücken hinan, welche alle aus fester harter Lava oder Asche bestanden — als sich mir mit einem Mal auf der erreichten Höhe eine freie Aussicht über den mittleren Theil der Ostseite der Insel darbot. Wenngleich ich wohl die Landschaft aus den Schilderungen und Zeichnungen, welche Karl Vogt, der Jan Mayen 1861 besuchte, in seiner interessanten Reisebeschreibung mittheilt, gut kannte, war dies dennoch ein überraschender Anblick für mich. Vor mir lag eine senkrechte Felswand, auf deren oberem Rand ich stand; unterhalb dieser eine schwarze Ebene von einer Meile Ausdehnung, aufserhalb dieser eine ebenso lange Lagune, die ein langgestreckter schmaler, schwarzer Wall, mit Treibholz besät, vom Meere trennte. Zur Linken lag, draufsen im Meere, aber mit dem Lande verbunden, am nördlichen Ende der Lagune, die Eierinsel, ein erloschener Aschenkrater, welcher Schaaren von Seevögeln zum Aufenthalt diente. Zur Rechten sah ich hinunter in das Südland von Jan Mayen; Klippen von sonderbarer Form und Farbe stachen auf dem Lande und im Meere hervor. Die beiden merkwürdigsten draussen in der See tragen den Namen „Lotsenboot“ und „Leuchtthurm“. Gegen Norden lag der Beerenberg; sein ganzer Fufs war in undurchdringliche Wolkenmassen eingehüllt. Während ich, ganz einsam auf meinem Aussichtspunkt, mit Zeichnen beschäftigt war, flogen neugierige Seevögel mit sausendem Flügelschlag gerade an meinem Ohr vorbei, so dafs ich den Luftdruck fühlen konnte. Da hörte ich Schüsse fallen, mehrere hintereinander, und der Ausruf „Ein Fuchs“ erreichte mich aus der Ferne. Als ich zu unseren Jägern stiefs, erfuhr ich, dafs einer von ihnen einen Polarfuchs im Laufe mit einem Exprefsriffel geschossen hatte. Dies Thier lebt in grofsen Mengen auf Jan Mayen, wo es sich im

Sommer von Seevögeln ernährt. Recht zufrieden mit der Beute des Vormittags begaben wir uns wieder an Bord.

Nachmittags war dasselbe ruhige Wetter wie Vormittags. Ich wanderte mit einem Begleiter über den Südrand des Vogelberges und dann in einem Thale gegen Norden, an dessen Ende ich auf eine Lagune stiefs. Das Thal heifst jetzt Wilczek-Thal. Die Lagune war von runder Form und vom Meere durch einen schmalen und niedrigen Wall getrennt, der theils mit Treibholz, theils mit Walknochen besät war. Die Lagune hatte Süfswasser, aber die Treibholzstücke, welche sich an ihrem innern Rande vorfanden, bezeugten, dafs sie nicht immer vom Meere getrennt ist. Ich ging auf den Wall hinaus und durchwanderte ihn in seiner ganzen Länge. Hier zeigten sich frische Fuchsspuren, die andeuteten, dafs hier ein Fuchs vor kurzem gegen Norden hingelaufen war. Als ich mich mit meinem Begleiter, der ein Hagelgewehr bei sich hatte, auf dem Rückwege auf einen öden Steinhaufen bei der Lagune niedersetzte, sagte dieser plötzlich: „Da ist ein Fuchs.“ „Sitzt ruhig und ladet das Gewehr“ war meine Antwort, indem ich mein Notizbuch in die Tasche steckte. Der Fuchs stand da, auf einem Steinhaufen über uns, und betrachtete neugierig die ungewohnten Fremden; dann ging er in einem Bogen um uns herum, um näher bei der Lagune Halt zu machen. Inzwischen hatte mein Begleiter das Gewehr geladen und reichte es mir hin. Der Fuchs stand still und betrachtete abwechselnd uns und das Wasser, über dem die Vögel schwebten. Dies aber war der letzte Blick, den er auf sein Jagdfeld warf, denn in dem nächsten Augenblicke war er die erste Beute auf dem meinigen. Abends versammelten wir uns wieder in „Vöringens“ Kajüte, und der dritte Fuchs, den unser Kapitain geschossen hatte, wurde zu seinen gefallenen Brüdern gelegt.

(Fortsetzung folgt.)





Die ungewöhnlichen atmosphärischen Erscheinungen nach dem Ausbruche des Krakatau.

Von **Dr. Ernst Wagner,**
Assistent des Königl. meteorologischen Instituts in Berlin.

(Schlufs.)

Während Rollo Russell in dem Werke der Royal Society in seinem Berichte über die wahrscheinlichen Ursachen der Dämmerungserscheinungen der Reflexion des Lichtes den weitaus gröfsten Antheil an der Intensitätssteigerung derselben zuschreibt, indem er die erzeugende Dunstschicht weniger aus undurchsichtigen Stofftheilchen als vielmehr aus sehr kleinen Splittern vulkanischen Glases bestehen läfst, welche demnach hohe Reflexionsfähigkeit besitzen müssen, kommt Kiefsling auf Grund des Experiments zu anderen Schlüssen. Wir schicken voraus, was bereits von Bezold selbst ausgesprochen hatte, dafs das zweite Purpurlicht durch das erste Purpurlicht in derselben Weise erzeugt wird, wie das erste Purpurlicht durch die Sonne selber; und dies haben die Berechnungen Riggenbachs vollkommen bestätigt. Alsdann gelangen wir in Bezug auf die Entstehung des Purpurlichtes zu folgenden Ergebnissen. Das erste Purpurlicht wird durch diejenigen direkten Sonnenstrahlen erzeugt, welche die Erdoberfläche berühren, oder in geringer Höhe über derselben die untersten Schichten der Atmosphäre durchsetzen. Die Wahrnehmung der optischen Wirkung dieser Strahlen setzt die Existenz von äufserst kleinen Stofftheilchen bis zu einer Höhe von 20 km über der Erdoberfläche voraus. Bei normaler Entwicklung beruht die Färbung des Purpurlichtes auf dem Einflufs, welchen die vorzugsweise in den unteren Schichten schwebenden Stofftheilchen durch optische Diffusion ausüben. Seine räumliche Ausdehnung ist durch die Art der Ablenkung bestimmt, welche die wirksamen Strahlen in den hohen Atmosphärenschichten erfahren und die durch Reflexion, Brechung und Beugung erfolgen kann. Die Wirkung der Reflexion ist sowohl wegen der Form der ganzen Erscheinung als auch wegen der Lichtsteigerung im Helligkeitsmaximum des Purpurlichts, welche einer gleichmäfsigen Zerstreuung des Lichtes

widerspricht, nicht wahrscheinlich. Die Brechung kann für die höheren Theile des Purpurlichtes nur dann in Betracht kommen, wenn in den betreffenden Schichten Wasser- oder Eiskügelchen vorhanden sind. Von der gröfsten Bedeutung dagegen erscheint Ablenkung durch Lichtbeugung, da die Bedingungen für deren Wirksamkeit, nämlich Kleinheit und Gleichartigkeit in der Gröfse der Stofftheilchen gerade in den höchsten Luftschichten am günstigsten sind. Auf die räumliche Ausdehnung des Purpurlichtes üben zarte Cirrusschleier einen grofsen Einflufs aus. Dieselben spielen auch bei der Entstehung des zweiten Purpurlichtes, welches durch einen weit ausgedehnten, durch Reflexion erzeugten diffusen Lichtschimmer sich auszeichnet, eine wesentliche Rolle. Die Erscheinungen während der Störungsperiode zeigen manche Abweichungen vom regelmäfsigen Verlauf, doch stehen dieselben in vollem Einklange mit den optischen Eigenschaften eines aufserordentlich feinen, nahezu homogenen Nebels, dessen aufsergewöhnliche Höhe die wirksamste Ursache bei der so grofsartigen Steigerung der Helligkeit und Farbenpracht war.

Fast gleichzeitig mit dem Auftreten der ungewöhnlichen Dämmerungserscheinungen zeigte sich überall eine auffallende Färbung des Himmels in der Umgebung der Sonne, deren Entstehung auf dieselben physikalischen Ursachen zurückzuführen ist, wie die übrigen optischen Störungen. Dieselbe erschien bei heiterem Himmel und dunstfreier Luft als ein die Sonne umgebender Ring von graurother bis rostrother Farbe mit einem inneren Halbmesser von 21°, einem äufseren von $45^1/_2$°, deren Innenfläche in bläulich weifsem Licht strahlte. In ähnlicher Weise zeigte sich der Ring, wenn auch seltener um den Mond. Diese von allen durch den Krakataurauch hervorgerufenen Erscheinungen am längsten sichtbar bleibende, da die letzte Beobachtung derselben aus dem September 1886 stammt, hat nach dem ersten Beobachter Bishop, welcher den farbigen Sonnenring am 5. September 1883 in Honolulu sah und zuerst genau beschrieb, den Namen Bishopscher Ring erhalten. Möglicherweise ist er vorher schon von Kapitän Cato von der „Scotia“ gesehen worden, welcher bereits am 28. und 29. August im Indischen Ozean in 5° nördl. Br. und 95°—91° östl. L. Mittags einen völlig geschlossenen Ring um die Sonne wahrnahm. Seine gröfste Intensität erreichte dieser Ring im Frühjahr 1884, wo er fast alltäglich bei klarem Wetter scharf hervortrat, namentlich wenn die Sonne durch einzelne Cumuluswolken verdeckt wurde. Auch bei stärkerer Wolkenansammlung, sofern sie nur gröfsere Lücken hellen Himmels durchblicken liefs, zeigte sich in den Wolkenlücken in der

Nähe der Sonne die röthliche Färbung mit gröfster Deutlichkeit. Aus den Alpen liegen viele Beobachtungen vor, nach welchen mit zunehmender Höhe des Beobachtungsortes der Bishopsche Ring immer schärfer hervortrat, während Cirrusbedeckung des Himmels ihn unsichtbar machte. Hieraus, und aus dem Umstande, dass er bei jedem Wetter erschien, wenn der Himmel heiter war, geht hervor, dafs die erzeugende Schicht weit über denjenigen Atmosphärenschichten liegen mufste, in welchen die gewöhnlichen Witterungsvorgänge sich abspielen. Gegen die durch Brechung in Eiskrystallen entstehenden Sonnenringe ist die Farbenfolge von innen nach aussen umgekehrt, woher das Zustandekommen des Bishopschen Ringes nur durch Lichtbeugung vermittelst sehr kleiner homogener Stofftheilchen erklärlich ist, was auch durch das Experiment unzweifelhaft sicher gestellt wurde. Unter dieser Annahme kann man aus dem Durchmesser des Ringes einen Schluss auf den der lichtbeugenden Körperchen machen, und findet aus den gemessenen Dimensionen als mittlere Gröfse dieser Stofftheilchen 0.0016 mm, also etwa das dreifache der Wellenlänge des Lichtes in der Mitte des sichtbaren Sonnenspektrums. Dafs nicht Wasserdampf in einer der bekannten Formen die Veranlassung dieses Ringes sein konnte wird durch eine Beobachtung von Dr. Afsmann am 13. Januar 1884 bewiesen, welcher zugleich mit dem deutlich ausgebildeten Bishopschen Ringe Theile eines gewöhnlichen Sonnenringes von 22° Halbmesser, nnd eine leuchtende Nebensonne sah, und diese Nebensonne lag wenigstens 2° oberhalb der inneren Grenze des braun-violetten Dunstringes. Aus dieser lehrreichen Kombination geht hervor, dafs die erzeugende Schicht des Dunstringes mit derjenigen der Cirruswolken, deren Eiskrystalle diese Nebensonne entstehen liefsen, unmöglich identisch sein konnte.

Mit der Fülle der neuen Erfahrungen und Anregungen zu weiteren Forschungen auf theoretischem und experimentellem Wege, welche die Meteorologie auf dem Gebiete der atmosphärischen Optik in Verfolgung des gewaltigen Naturereignisses zu verzeichnen hat, ist aber der wissenschaftliche Ertrag desselben noch nicht erschöpft. Auch die Lehre von der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre hat eine erhebliche Bereicherung erfahren, deren wesentlichste Punkte wir bei der Betrachtung der geographischen Ausbreitung der Erscheinungen hervorheben wollen. Aus den Beobachtungen von mehr als 800 Orten ergiebt sich mit Sicherheit, dafs der zeitliche Beginn der Störungen genau mit der Steigerung der vulkanischen Thätigkeit am 26. und 27. August 1883 zusammenfällt, und der geographische Ausgangspunkt

nur in der Sundastrafse zu suchen ist, womit die vielfach besprochene Hypothese, es seien durch den Eintritt einer kosmischen Staubwolke in die Erdatmosphäre die Erscheinungen erzeugt worden, hinfällig wird. Bei der geographischen Ausbreitung der Verbrennungsprodukte des Krakatau ist eine Trennung der oben geschilderten, in dreifacher Form auftretenden optischen Erscheinungen unmöglich, da sie fast gleichzeitig an jedem Orte, wohin der Rauch gelangte, zur Beobachtung kamen, mit dem einzigen Unterschiede, dafs, während die abnormen Färbungen der Sonnenscheibe kurze Zeit nach dem Ausbruche an Intensität nachliefsen, was durch das schnellere Herabsinken der Staub- und Aschentheilchen bewirkt wurde, die Dämmerungen und der Beugungsring eine ununterbrochene Entwicklung ihrer Ausbreitung und Intensität zeigen. Hieraus geht hervor, dafs die Reinigung der vergasten und mit Verbrennungsprodukten vermischten Wassermassen, welche die Explosion in die Höhen der Atmosphäre schleuderte, von gröberen Partikeln erst das homogene Medium zur vollkommenen Entwicklung der prachtvollen Dämmerungserscheinungen in unseren Breiten lieferte, welche bei tropischen Dämmerungen unter geeigneten Umständen auch bei normalen atmosphärischen Verhältnissen eintreten können. Beiläufig ergiebt sich aus den Experimenten mit mechanisch erzeugtem Staube, dafs die festen Auswurfstoffe, vor allem die aus Bimsteinstaub bestehende vulkanische Asche bei der Steigerung der Dämmerungsfarben keine Rolle gespielt haben kann, weshalb die Versuche, das Volumen der ausgeworfenen Aschenmassen zu berechnen, für die atmosphärischen Erscheinungen keine Bedeutung haben; vielmehr steht der lange Aufenthalt der Dunstschicht mit der experimentell bestimmten Fallgeschwindigkeit von Rauch in atmosphärischer Luft völlig in Einklang.

Nach Kiefsling zerlegt sich der Verlauf der Ausbreitung der Erscheinungen in 4 Perioden. In der ersten Periode vom 26. August bis Ende September bildeten die Auswurfsprodukte des Krakatau einen vollständigen Gürtel um die Erde innerhalb der Wendekreise, und zwar fand die Ausbreitung der Rauchwolken in den höchsten Luftschichten am Aequator mit einer solchen Geschwindigkeit statt, dafs die am weitesten vorauseilenden Wolken bereits nach 12—13 Tagen an ihrem Ausgangspunkt wieder anlangten. Mehr als zwei vollständige Umläufe aus der Wiederkehr der Erscheinungen in diesen Zwischenräumen lassen sich sicher feststellen, und aus der Geschwindigkeit derselben ergiebt sich, dafs am Aequator eine beständig von Ost nach West gerichtete Strömung stattfindet, welche im Mittel vieler

Bestimmungen etwa 36 m pro Sekunde Geschwindigkeit besitzt, also auf einen immerwährenden Sturmwind in diesen Höhen deutet. Eine Uebersicht über alle Beobachtungen zeigt aber die Unmöglichkeit, alle Erscheinungen auf die Wirkung einer einzigen Wolke, oder weniger zugleich von der Sundastrafse sich fortbewegender Rauchwolken zurückzuführen, vielmehr hat man sich die gesamte Rauchmasse, welche sich längs der Aequatorialzone fortbewegte, aus einer grofsen Zahl getrennter, in verschiedenen Höhen schwebender Wolken vorzustellen. Dies wird nicht allein durch die Aussagen der Augenzeugen bei den Eruptionen wahrscheinlich gemacht, sondern mufs nothwendig eintreten infolge der verschiedenen Höhen, in welchen die vom Vulkan hinaufgetriebenen Rauchmassen verschiedene Windgeschwindigkeiten antreffen mufsten, wodurch das Auseinanderziehen der Wolken in lange Streifen eingeleitet wurde. Die gröfste berechnete Geschwindigkeit beträgt 45 m und ergiebt sich aus der Annahme, dafs die Rauchwolke, welche am 31. August 1883 in Maranhão in Brasilien ungewöhnliche Färbungen der Sonne verursachte, bei dem Hauptausbruche vom 27. August Vormittags, vielleicht als höchste von allen Wolken emporgeschleudert wurde. Diese grofse Geschwindigkeit, mit welcher die weite Reise von der Sundastrafse nach der Ostküste Brasiliens in vier Tagen zurückgelegt wurde, ist insofern interessant, als die Theorien von Werner Siemens und Ferrel über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre dadurch eine wesentliche Unterstützung erhalten.

Bei dem mehrfachen Umlauf um die Aequatorialzone entfernen sich die Rauchmassen allmählich vom Aequator, welcher Ende September wieder fast ganz frei wurde, und bilden zwei parallele Streifen in der nördlichen und südlichen Hemisphäre, deren Grenzen beim ersten Umlaufe 22° nördl. Br. (Honolulu) und 33° südl. Br. (Santiago de Chile) erreichen, bei dem zweiten sind sie schon bis gegen 30° resp. 40° vorgerückt. Neben diesem Hauptstrom sind noch zwei kleinere Seitenzweige festgestellt worden, der eine war von Borneo längs der chinesischen Küste bis über ganz Japan deutlich zu verfolgen; die Maximalgeschwindigkeit dieses nach NNO. gerichteten Stroms beträgt etwa 20 m pro Sekunde. Der zweite sehr schwache deutet auf eine nach Ost gerichtete Luftströmung wahrscheinlich in geringerer Höhe und läfst sich bis Neu-Irland verfolgen.

Auch die Region, welche von Aschenfällen betroffen wurde, erweist die vorwiegend westliche Strömungsrichtung der höheren Luftschichten. Während ostwärts von Krakatau (105° 22′ östl. L. von Greenwich, 6° 9′ südl. Br.) die Aschenfälle nur bis zum 109. Meridian reichten,



erstreckten sie sich nach den Untersuchungen von Russell bis über den 80. Meridian als äufsersten Punkt westwärts (Schiffsjournal des „British Empire“: 79° 52′ östl. L., 2° 38′ südl. Br., vom 29—30. August gelber Dunst, Fall von leichtem Staube wie Portland-Cement bei schwachem SO- bis SW-Wind), und erreichten bei 110° östl. L. und 22° südl. Br. ihren südlichsten Punkt nach dem Schiffsjournal der „Medea“ auf der Höhe des Nordwestkaps von Australien. Das ganze Gebiet hat sonach die Gestalt eines Dreiecks von etwa 270 Quadratgrad Fläche, d. h. mehr als 60000 Quadratmeilen, während die Untersuchungen von Verbeek über Ausbreitung des vulkanischen Staubes eine Fläche von nur $^1/_3$ dieser Ausdehnung ergeben, mit nach Nordwest und Südwest gerichteten Verlängerungen.

Die zweite Periode der optischen Störungen reicht von Anfang Oktober bis in die erste Hälfte des November 1883, in welcher Zeit die oberen nach den Polen abfliefsenden Passatströmungen die Rauchwolken in höhere Breiten allmählich abströmen liefsen, und zwar zeigen sich die meisten Störungen zwischen 20—30° beider Breiten in allen Kontinenten und Meeren. Auf gröfseren Gebieten im Indischen Ozean östlich von Mauritius, sowie an der Nordwestküste Afrikas zwischen 20—40° nördl. Br. fanden die gesteigerten Dämmerungserscheinungen längere Zeit hindurch regelmäfsig statt. Das letztere Gebiet ist insofern von näherem Interesse, als es wahrscheinlich durch Minima, welche anfangs November im nordatlantischen Ozean sich ausbildeten, eine bis zur Nordsee reichende Erweiterung erfuhr, wofür vereinzelte Dämmerungserscheinungen in England und Dänemark bereits in den ersten Novembertagen sprechen.

Die dritte Periode dürfte von Mitte November zu rechnen sein, wo eine plötzliche Steigerung der optischen Phänomene auf der ganzen nördlichen Hemisphäre vom 40. Breitengrade an eintritt. Am 23. November waren die nördlichen Vereinigten Staaten, Kanada und British Kolumbia in den Bereich der Störungen eingetreten, am 24. reicht das Gebiet bis nach Island hinauf, um in breiter Front ostwärts gewendet in wenigen Tagen die Westhälfte Europas zu überdecken. Schon bis zum 28. wurden überall westlich der Linie Berlin-Konstantinopel glänzende Abenddämmerungen beobachtet bis 61° nördl. Breite, während dieselben in Nordamerika andauerten, und in Ostindien, Australien, Neuseeland und dem Pacifik zwischen den Marshall- und Sandwich-Inseln mit neuer Stärke auftraten. Bei der plötzlichen Steigerung der Dämmerungserscheinungen in Deutschland während der letzten Novembertage scheinen auch lokale meteorologische Vor-

gänge mitgewirkt zu haben, besonders tritt eine starke Zunahme der relativen Feuchtigkeit auffallend hervor. Im Anfang Dezember dehnten sich die Dämmerungserscheinungen über Rufsland in unbekannter Weise ostwärts aus; Kiachta in Sibirien meldet am 11. Dezember eine glänzende Abenddämmerung — an den chinesischen Küsten bis 35° nördl. Br. dauern die auffallenden Dämmerungserscheinungen bis Ende Dezember. Bis zum Jahresschlufs scheint der gröfste Theil der Erdoberfläche von optischen Störungen, insbesondere abnormen Dämmerungen betroffen gewesen zu sein, alsdann beginnt die vierte Periode des allmählichen Erlöschens der Erscheinungen, welche bis zum Sommer 1886 gerechnet werden kann, aber nach den neuesten Arbeiten von Jesse über die leuchtenden Wolken noch immer nicht als abgeschlossen zu betrachten ist.

Die Beobachtungen der Dämmerungen gaben zugleich ein Mittel an die Hand, aus der Dauer des ungewöhnlich gesteigerten ersten und zweiten Purpurlichtes die Höhe der das Sonnenlicht reflektirenden Dunstschicht zu bestimmen, indem man aus der Dauer die Depression der Sonne unter dem Horizont des Beobachtungsorts finden kann. Im Mittel vieler Beobachtungen dauerte das erste Purpurlicht bis 54, das zweite bis 96 Minuten nach Sonnenuntergang. Unter der Annahme, dafs das erste Purpurlicht direktes Sonnenlicht, das zweite aber reflektirtes erstes Purpurlicht eines weiter westlich gelegenen Ortes ist, ergiebt sich für Anfang Januar 1884 die Höhe der reflektirenden Schicht in unseren Breiten zu ca. 17 km, während die Annahme, dafs das zweite Purpurlicht ebenfalls direktes Sonnenlicht sei, drei- bis vierfach gröfsere Höhen liefert, also, abgesehen von der Schwierigkeit die Existenz zweier Schichten von so verschiedener Höhe zu erklären, wie sie durch das Erscheinen von erstem und zweitem Purpurlicht nothwendig sein würden, wenig Wahrscheinlichkeit besitzt. Aus den Untersuchungen des Comités der Royal Society ergiebt sich, dafs die Höhe der Rauch- und Dunstschicht von 37 bis 32 km (obere bis untere wahrscheinliche Grenze) am Ende August bis auf etwa 17 km im Januar 1884 abgenommen haben mufs, was mit dem oben mitgetheilten Resultat von Jesse vollkommen übereinstimmt.

Die Aehnlichkeit namentlich der ungewöhnlich glänzenden Dämmerungserscheinungen im Jahre 1831, hervorgerufen durch den unterseeischen Vulkan der wieder verschwundenen Insel Ferdinandea im Mittelmeer, mit denen der Jahre 1883/84 lässt die Annahme begründet erscheinen, dafs nicht allein die festen Auswurfsprodukte,

sondern auch der in ungeheuren Quantitäten in die Höhen der Atmosphäre beförderte Wasserdampf in irgend einer Form zur Entwickelung der optischen Störungen beigetragen hat, während die atmosphärischen Erscheinungen des Jahres 1783 keinerlei Dämmerungserscheinungen aufzuweisen hatten.

Zum Schlufs sei noch erwähnt, dafs die Explosion des Krakatau auch eine magnetische Störung in dem Erdkörper hervorrief, welche von den Magnetographen einer Anzahl Stationen gewissenhaft aufgezeichnet wurde. Die Geschwindigkeit ihrer Verbreitung ergiebt sich für die Deklination im Mittel zu 1226 km pro Stunde, was mit der Geschwindigkeit der Luftwelle fast genau übereinstimmt; für die übrigen magnetischen Elemente ist sie wesentlich gröfser. Doch gestattet das verfügbare Material nicht, weitere Schlüsse daraus in betreff der Beeinflussung des Erdmagnetismus durch den vulkanischen Ausbruch ziehen zu können.





Die Fundstätte des isländischen Kalkspates.*)

Aus dem Isländischen des Thorvaldur Thoroddsen (Reise im Ostlande im Sommer 1882).

Uebersetzt von **M. Lehmann-Filhés.**

In Eskifjördur**) weilte ich einige Tage bei dem Kaufmann Jon Magnusson und besuchte von dort ab und zu den Berg Helgustadafjall, um die Kalkspatgrube zu besichtigen. Dieselbe befindet sich etwas seewärts von dem Gehöft Helgustadir aufsen in einem Bergabhange, knappe 300 Fufs über der Meeresfläche. Unweit des Gehöftes ergiefst sich ein Flüfschen in die See und von hier geht man in $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde hinauf nach der Grube. Ein kleiner Bach hat sich den Abhang hinab ein Bett gegraben und eine flache Schlucht gebildet. Er heifst Silfurlækur***)

*) Die vorliegenden Mittheilungen über den isländischen Kalkspat haben gegenwärtig ein um so gröfseres Interesse, als zur Zeit infolge längerer Stockung der Ausbeutung der isländischen Fundstätten ein empfindlicher Mangel an Vorräthen von diesem höchst werthvollen Krystall eingetreten ist.

Bei der grofsen Wichtigkeit, welche dieses unvergleichliche Material für Lichtmessungen der verschiedensten Art in der wissenschaftlichen Forschung und der gewerblichen Anwendung hat, werden gegenwärtig Schritte vorbereitet, um jenen Mangel durch erneute Ausnützung der fast allein in Frage kommenden isländischen Fundstätten zu beseitigen, nöthigenfalls wird es sich darum handeln, eine wissenschaftliche Expedition zu organisiren, welche die Sache selber in die Hand nimmt.

Die ganze Angelegenheit ist auch dadurch von besonderem Interesse, als sie im kleinen einen Vorgang bildet, welcher sich infolge der unablässigen Ausbeutung der mineralischen Schätze der Erde durch die menschliche Arbeit in Zukunft wohl öfter und in noch gröfserem Mafse wiederholen und mit Nothwendigkeit eine organisirte gemeinsame Behandlung von Seiten aller Kulturvölker erfordern wird.

Dem industriellen Unternehmungsgeist allein werden solche Aufgaben der Weltwirthschaft auf die Dauer nicht zu überlassen sein, wenn nicht rücksichtslose Monopolisirungen in den Händen Weniger oder andere Uebel daraus entstehen sollen. Die Red.

**) Ein Handelsort an dem gleichnamigen Fjorde.

***) Der Kalkspat heifst auf Isländisch silfurberg, d. i. Silberstein.

und hat zuerst Veranlassung gegeben, dafs man den Kalkspat fand, denn er führte kleine Stücke davon hinab an den Strand. Darauf wurde der Berg auf der West- und Nordseite der Schlucht zum Theil fortgenommen, damit man zu dem Kalkspat gelangen konnte, und dadurch ist allmählich eine Grube in Form einer länglichen Schachtel entstanden, die 72 Fufs in der Länge und 36 in der Breite mifst. Oberhalb, unterhalb und westlich der Grube liegt festes Gestein (Basalt); hier wird sie von einer 16 Fufs hohen Basaltwand begrenzt, östlich aber ist zwischen ihr und dem Bache eine schmale Bank von Sand und Steinen. Die Neigung der Grube beträgt 10—12^0, die des Bergabhanges selbst aber 15^0 im Durchschnitt.

Als ich das erste Mal hinkam, war es kaum an irgend einer Stelle möglich, von dem Kalkspat etwas zu sehen, denn der ganze Boden der Grube war mit Schutt und Steinen bedeckt. Man hat den Kalkspat früher aus verschiedenen tiefen Löchern, besonders westlich in der Grube, entnommen, jetzt aber waren sie ganz mit grofsen Steinen und Geröll angefüllt und überall stand das Wasser in tiefen Pfützen. Es war mir daher unmöglich, die Grube ordentlich zu untersuchen, wenn nicht zuvor Schutt und Steine daraus entfernt und das Wasser abgeleitet wurde. Ich liefs deshalb die Grube reinigen, die gröfsten Löcher ausräumen und das Wasser soviel als möglich ableiten und konnte nun Mitte August, als ich aus dem Alptafjördur kam, eine genauere Untersuchung anstellen.

Der Basalt, in dem sich die Grube befindet, ist von einem Netzwerk unzähliger kleiner und grofser Sprünge durchzogen; oben und unten hat sich in diesen Sprüngen nach und nach kohlensaurer Kalk (Kalkspat) gesetzt, so dafs die Grube gleichsam ein Zusammenflufs von einer Unzahl von Kalkspatgängen ist, die nach allen Richtungen gehen. Sie sind sehr verschieden an Stärke und gehen wie Keile im Gestein auf und nieder, so dafs eine Kalkspatader an der Oberfläche 2—3 Fufs im Durchmesser halten und einige Fufs tiefer im Berge so zusammen geschwunden sein kann, dafs sie nur noch 2—3 Zoll stark ist. Ebenso kann eine Ader auf der Oberfläche schmal sein, tiefer unten stärker werden und sich dann wieder verengen; oder mit andern Worten, der Kalkspat hat sich hier auf einer kleinen Stelle in unzähligen kleinen und grofsen, unregelmäfsig gewundenen Spalten im Basalt gebildet. Dieses ganze Gewirr von Spalten scheint auf einem länglich-schachtelförmigen Raum angesammelt zu sein; ob aber das Ganze eine grofse Blase im Basalt ist, kann man nicht gut sagen, ehe nicht der Felsen ringsum entfernt ist. Da die Kalkspatadern so unregelmäfsig und verschieden

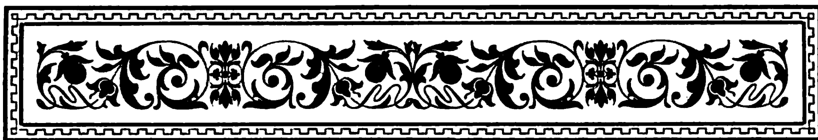
stark sind, läfst sich nicht mit irgendwelcher Gewifsheit bestimmen, wieviel davon in der Grube vorhanden ist, aller Wahrscheinlichkeit nach aber ist der Vorrath bedeutend.

Der Kalkspat ist an Güte sehr verschieden und man kann ihn in vier Arten eintheilen: 1. grofse durchsichtige und regelmäfsige Krystalle; diese sind die seltensten und werden für Sammlungen angekauft und am theuersten bezahlt; 2. schöne, ganz durchsichtige und fehlerfreie, doch kleinere Stücke; man braucht sie zu Instrumenten für Lichtuntersuchung; 3. hübsche Stücke, die aber nicht ganz fehlerfrei sind und zum Schmuck und Vergnügen dienen; 4. Abgang oder Grus, undurchsichtiger Kalkspat, weifs von Farbe mit vielen Sprüngen; von diesem ist bei weitem am meisten vorhanden, so dafs die anderen Sorten im Vergleich hiermit beinahe verschwinden; man kann diesen Abfall zur Sodawasser-Fabrikation, zum Kalkbrennen u. s. w. verwenden. Ueberall da, wo die Adern an der Oberfläche zum Vorschein kommen, ist in ihnen nur dieser Grus; der schönste Kalkspat findet sich immer im weichen Thon. Das gröfste vorhandene Loch ist in einem Kalkspatgang westlich in der Grube ausgegraben, welches sich mit einer Neigung von 40° unter dem Basaltfelsen hinabsenkt. Das Loch war zwei Mannshöhen tief und ging unter einem Bande von Basalt in die Tiefe, wodurch es eine doppelte Oeffnung hatte. Im oberen Theil, nahe der Mündung, sind grofse, undurchsichtige Kalkspat-Krystalle von 1—2 Fufs Durchmesser, meist Rhomboëder, in einander verwachsen und zeigen herausstehende Ecken; fast überall werden sie durch Reihen und Kränze von Desmin-Krystallen eingefafst, einem in Island sehr häufigen Krystalle. Auf dem Boden und an den Seitenwänden des Loches stehen Basaltzacken in die Höhe; die Zwischenräume sind theils mit undurchsichtigem Kalkspat, theils mit röthlich-grauem oder braunrothem Thon angefüllt. In letzterem findet man die schönsten Kalkspat-Krystalle, denn hier haben sie am besten entstehen und wachsen können, ohne einander zu beengen und zu hindern. Viele Kalkspatstücke haben bedeutende Fehler; in manchen sind kleine Sprünge, so dafs man die Regenbogenfarben darin sieht; manchmal scheinen sie eine Anzahl durchsichtiger Nadeln zu enthalten; manchmal feine Thonstreifen; dann wieder eine graufarbige Wolke innen im Stein, zuweilen auch Wasserlöcher mit Luftblasen darin, die sich hin und her bewegen, je nachdem man den Stein wendet. Einige Kalkspatsteine sind inwendig klar und durchsichtig, haben aber aufsen eine Rauchkruste und sind oft mit kleinen spitzen Kalkkrystallen besetzt.

Seit der Mitte des 17. Jahrhunderts ist immer von Zeit zu Zeit ein wenig aus der Kalkspatgrube entnommen worden, niemals jedoch beträchtlich viel; es geschah dies nach keiner Regel und von niemandem besonders. Einmal aber liefs der König dort Kalkspat graben, denn in einem Briefe vom 11. April 1668 bittet Friedrich III. das Kammer-Kollegium, einen Steinbrechergesellen zu schaffen und ihm für sechs Monate Gehülfen zu geben, um Kalkspat zu holen. Das Jahr darauf entdeckte der Naturforscher Bartholin in dem Stein die merkwürdige doppelte Strahlenbrechung. Es nahm sich nun aus der Grube jeder, der da wollte. 1850 fing man zuerst an, die Grube mehr auszubeuten; um diese Zeit erhielt nämlich ein Kaufmann in Seydisfjördur, T. F. Thomsen, von dem Pfarrer Thorarinn Erlendsson, dem $^3/_4$ davon gehörten, die Erlaubnifs, dort Kalkspat zu graben; er transportirte ein Weniges auf Pferden an den Nordfjördur und von dort zur See nach Seydisfjördur. — 1854 pachtete H. Svendsen, Geschäftsführer zu Eskifjördur für Oerum & Wulf, den Antheil des Pfarrers Thorarinn für 10 Reichsthaler jährlich u. s. w.

Nirgend findet man so klaren und schönen Kalkspat wie im Helgustadafjall, wenn auch an mehreren Stellen des Ost- und Westlandes kleine Stückchen gefunden werden. Reiner Kalkspat ist nicht zu jeder Zeit eine gleich gangbare Waare; nur wenig davon wird zur Verfertigung optischer Instrumente gekauft; die gröfseren Stücke kaufen Sammlungen und auch Privatleute aus Liebhaberei, deshalb ist der Preis ein sehr schwankender. Die grofsen Kalkspatstücke sind es, welche die Arbeit bezahlen müssen, der Grus ist immer sehr niedrig im Preise, eine kleine Last gilt gewöhnlich nur 30 Kronen. Vorläufig wird es kostspielig sein, die Grube zu bearbeiten, denn es mufs viel daran gethan und hergerichtet werden; dazu ist im Sommer der Arbeitslohn am Eskifjördur sehr hoch, besonders zur Zeit des Häringsfanges; und doch ist der Kalkspat etwas so Seltenes und Merkwürdiges, dafs es recht nöthig wäre, dann und wann einigen zu graben. Es ist jedoch nicht gut thunlich, dafs die Regierung sich mit solchen Unternehmungen abgiebt, denn sie hat zu vieles auf sich, und man kann auch nicht erwarten, dafs alles ebenso gut und schnell von der Hand geht, wenn viele dafür zu sorgen haben; aufserdem sind derartige Unternehmungen sehr unsicher und es hängt von vielen Umständen ab, ob sie sich lohnen oder nicht.





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

VII. Die heliocentrische Bewegung.

Als wir im vorigen Abschnitte die reformatorische Lehre des Copernikus näher kennen lernten, sahen wir zugleich, dafs derselben noch mancherlei Mängel anhafteten. In der That wäre die Aufgabe einer vollständigen Reformation der Sternkunde auf Grundlage des fundamental umwälzenden Copernikanischen Gedankens eine zu grofse gewesen, als dafs sie ein einzelner noch so gewaltiger Menschengeist hätte lösen können. Wir schmälern deshalb den Ruhm eines Copernikus durchaus nicht, wenn wir uns überzeugen, dafs er auf halbem Wege zur Wahrheit stehen geblieben ist und manches Unbrauchbare und Fehlerhafte von den alten Lehren des Ptolemäus in sein System mit hinübergenommen hat.. Es ist sogar zu verwundern, dafs kaum ein Jahrhundert verflofs, ehe ein so eminenter Geist wie der des Kepler die neue Lehre mit Begeisterung in sich aufnahm und in lebendigster Schaffenslust von Grund auf neu durcharbeitete. Denn es wäre nach dem gewöhnlichen Mafs der geschichtlichen Entwickelung durchaus möglich gewesen, dafs zwischen Copernikus und Kepler eine nicht geringere Zeitspanne verflossen wäre, als zwischen Ptolemäus und Copernikus. Wir können uns deshalb unendlich glücklich schätzen, dafs wir zu den Epigonen dieser Geistesheroen zählen, welche unserm seelischen Auge einen universalen Weitblick von dem ungeheuren Umfange jener Milchstrafsensysteme von Sonnen, über welche wir heute nachzudenken im stande sind, verschafften, während das Auge des Menschen ehemals in blinder Kurzsichtigkeit kaum über die Erdscholle, welche uns trägt, das ver-

lorene Sandkörnchen im Weltgetriebe, hinaus, seinen bedrückend engen Horizont ausdehnte. Copernikus hat uns zwar die Möglichkeit zu diesem Weitblick verschafft, aber er befand sich in dem kleinlichen, verwickelten Uhrwerksmechanismus der übernommenen Ptolemäischen Epicykeln dennoch allzusehr eingeengt. Dem erleuchteten prophetischen Geiste eines Kepler konnten indefs diese verworrenen Räder nicht genügen; er war von der grofsen Einheit des Weltgebäudes, vom Vorhandensein eines ersten göttlichen Grundprinzips aller Erscheinungen allzu sehr überzeugt, als dafs er an das Vorhandensein so vieler kleiner Ursachen für die Bewegungen, wie sie die neuen Epicykeln des Copernikus immer wieder nöthig machten, glauben konnte.

Die Sonne, um welche nun nach der neuen Ueberzeugung alle Planeten in gewaltigem Umschwunge kreisten und in der also die Grundkraft wohnte, die auch unsere grofse Erde mit dem kleinen Menschenvolke an unsichtbarem Bande regierte, diese Sonne war ihm die Seele der Welt, deren überirdische Kraft nach wohl noch unbekannten, aber seiner innigsten Ueberzeugung nach erforschlichen einfachen Gesetzen alle diese imposanten Bewegungserscheinungen verursachte. Es war ja längst höchst unwahrscheinlich geworden, dafs die Planeten untereinander und mit der Sonne durch irgend einen festen Mechanismus, von welchem man doch irgendwo einmal eine Spur bemerkt haben müfste, verbunden seien. Die bewegende Kraft mufste unsichtbar wie die Kraft der Seele von einem Körper zum anderen überströmen, und diese bewegende Seele der Welt konnte nirgends anders als in der alles belebenden, alles beglückenden und in der unnahbaren Lichtfülle göttlicher Majestät im Mittelpunkte der Welt thronenden Sonne wohnen.

Diese einheitliche Kraft konnte sich mit logischer Nothwendigkeit nur durch einheitliche Gesetze kundgeben: diese zu finden setzte sich Kepler zur Lebensaufgabe, die er, so glücklich wie kein Anderer im Suchen und Finden, völlig gelöst hat. Kepler fand die drei Grundgesetze, nach welchen alle Bewegungen in den unermefslichen Himmelsräumen bis zu den Grenzen des von unseren weltdurchdringenden Fernröhren erforschlichen Gebietes stattfinden; und zwar fand er jedes dieser Gesetze für sich durch eine Verbindung mühsamer mathematischer Kombinationsfähigkeit mit einer so zu sagen künstlerischen Divinationsgabe. Zu beweisen, dafs diese Gesetze untereinander in nothwendigem Zusammenhange standen, war er nicht im stande. Bevor Newton auftrat, hatte das System Keplers deshalb vor dem des Copernikus streng logisch nicht mehr voraus, als dieses letztere

vor dem Ptolemäischen, indem es die Beobachtungen bei grofser Vereinfachung des Mechanismus noch ein wenig besser darstellte, wie das seines Vorgängers. Kepler suchte sein System zu demselben Zwecke wie Copernikus und Ptolemäus; er wollte die Beobachtungen mit einer bestimmten, willkürlich zu wählenden Hypothese über den Bau des Sonnensystems in möglichst guten Einklang bringen. Dafs er nach einander drei einander ergänzende Grund-Hypothesen oder Gesetze fand, welche durch die spätere Newtonische Theorie als die allein denkbaren und nothwendigen Konsequenzen eines einzigen, noch einfacheren und umfassenderen Gesetzes erwiesen wurden, war eine Leistung ohne Gleichen und deshalb eben müssen wir Kepler als den glücklichsten aller Entdecker bezeichnen.

Es ist eines der interessantesten Kapitel der Geschichte der Entwickelung des menschlichen Geistes, den Werdeprozefs zu verfolgen, durch welchen Kepler zu eben dieser Erkenntnifs gelangte: wie sein phantasievoller klarer Geist, durchdrungen von der Ueberzeugung jener alles lenkenden Weltseele, sich zunächst mit voller Inbrunst dem uralten schönen Gedanken von der Harmonie der Sphären hingiebt, wie er sich in seinem Erstlingswerke, dem „Mysterium cosmographicum“ in der weiteren Ausbildung der idealischen Anschauung eines Plato ergeht, um auf einmal, wie erleuchtet von einem höheren Geiste, eine ganz neue Richtung einzuschlagen, in deren Verfolgung er die höchst mühsame Arbeit langer Jahre, welche in seinem Erstlingswerke niedergelegt wurde, selbst wieder vernichtet, und wie er endlich sich dennoch entschliefst, nachdem er die definitive Ordnung in das Weltgetriebe getragen hat, sein Erstlingswerk in einer zweiten Auflage herauszugeben, um der Welt zu zeigen, wie auch diese Irrungen eines in sich einheitlichen Geistes überall die Keime der Wahrheit tief innerlich enthalten und aus ein und derselben Wurzel emporwachsen mufsten: der unerschütterlichen Ueberzeugung von der grofsen Einheit des Weltgetriebes.

Leider aber können wir uns bei diesen geschichtlichen Darstellungen von nun ab, da wir der Beweisführung von der Wahrheit dieser Gedanken endlich näher treten müssen, nicht länger aufhalten. Es sei nur erwähnt, dafs Kepler in seinem Mysterium cosmographicum den Beweis zu führen versuchte, dafs man im stande sei, in die fünf Zwischenräume, welche zwischen den sechs Planetensphären enthalten sind, die fünf regulären geometrischen Körper gerade so einzuschieben, dafs je einer dieser Körper, welcher von einer bestimmten Sphäre an seinen Ecken von aufsen umspannt, von der nächstinneren (d. h. der

Sonne näheren) Planeten-Sphäre dagegen an seinen Flächen von innen berührt wurde. Dafs dies ungefähr stimmte, war ein blofser Zufall, wobei Kepler aufserdem noch die damalige ungenaue Kenntnifs der Planetenentfernungen zugute kam. Schon diese Andeutung genügt, um zu erkennen, wie sehr Kepler damals noch von den Pythagoräischen Ansichten über die Sphären und harmonischen Zahlenverhältnisse beherrscht wurde.

Wenn wir uns während unserer bisherigen Betrachtungen mit allgemeinen Angaben und graphischen Darstellungen begnügt haben, so mochte das allerdings wohl als blofse Uebersicht über die irrigen Anschauungen, welche den Weg zur Wahrheit bahnen mufsten, ausreichen. Es galt ja nur den Geist zur Aufnahme dieser Wahrheit genügend vorzubereiten. Wir hatten dazu nicht nöthig, das Weltgebäude der älteren Astronomen in seiner ganzen Komplizirtheit bis in alle Details noch einmal aufzubauen. Gegenwärtig jedoch, da wir im Begriffe sind in das Gebiet der strengen Wahrheit einzutreten, ist es zur Erfüllung unserer Aufgabe, möglichst allgemein verständliche Beweise für dieselbe zu geben, nöthig, uns eingehender mit bezüglichen Rechnungen und geometrischen Betrachtungen an sich einfacher Art zu befassen. Ich bitte den geneigten Leser, vor denselben nicht von vorn herein als vor etwas Unverständlichem zurückzuschrecken. „Zahlen beweisen", sagt ja schon der gewöhnlichste Sprachgebrauch; will man also Beweise, so darf man sich vor Zahlen und Rechnungen, welche zu den gewünschten Zahlen führen, nicht fürchten. Verständlich hoffe ich — trotz der nun gelegentlich unvermeidlichen mathematischen Formeln — für jedermann sein zu können, der zu denken versteht.

Die das Weltgetriebe an sich so wesentlich vereinfachende Idee des Copernikus hatte in die geometrische Darstellung der Bewegungen insofern eine neue Schwierigkeit getragen, als wir nun alle diese Bewegungen von einem selbstbewegten Standpunkte aus betrachten müssen, während ja vorher alles auf das ruhende Erdcentrum bezogen wurde. Die erste und nothwendigste Aufgabe war deshalb für den grofsen Nachfolger des Copernikus, eine exakte geometrische Methode zu finden, durch welche die von der bewegten Erde aus gesehenen Bewegungen auf das allgemeine Centrum, die Sonne, bezogen werden konnten, so dafs man jederzeit zu berechnen im stande war, in welcher Richtung ein Planet, dessen Lage zu den Sternen man auf der Erde gemessen hatte, zu dieser selben Zeit von der Sonne aus gesehen werden würde. Auf den ersten Blick erscheint es dem an diese wan-

delnde Scholle gefesselten Menschen höchst schwer, diese ungeheure Gedankenbrücke von der Erde zur Sonne durch die grundlose Leere hindurch zu finden. Wir werden jedoch sehen, wie ungemein einfach sich die Lösung dieser Aufgabe in Wirklichkeit gestaltet.

Zu diesem Zwecke kommt uns zunächst eine besondere, zuweilen beobachtete Stellung des betreffenden Planeten zu statten, nämlich seine sogenannte „Opposition". Ein Planet hat seine Opposition, wenn er mit Sonne und Erde in derselben geraden Linie, und zwar so steht, dafs sich die Erde zwischen Sonne und Planet befindet (indem wir auch hier, wie es schon früher geschah, der Einfachheit der Darstellung wegen, von der geringen Neigung der Planetenbahnen unter einander absehen). Der Moment, wann dieses eintritt, ist von der Erde aus unmittelbar und mit voller Schärfe zu beobachten. Denn wir können doch stets die wahre Lage der Sonne sowohl wie die des Planeten an der Himmelskugel ausmessen. Die Sonne läuft ja, wie wir schon gesehen haben, sehr nahe in einem Kreise, Ekliptik genannt, wenn auch nicht mit völlig gleichmäfsiger Geschwindigkeit, um den Himmel und die Planeten entfernen sich auf ihren verwickelteren Wegen glücklicherweise nur sehr wenig von dieser Ekliptik. Die Winkelentfernung des Planeten oder der Sonne von einem zunächst beliebig zu wählenden Anfangspunkte, für welchen man bekanntlich denjenigen Kreuzungspunkt der Ekliptik mit dem Himmels-Aequator genommen hat, den die Sonne zu Frühlingsanfang passirt (den Frühlingsnachtgleichenpunkt), nennt man die Länge des betreffenden Himmelskörpers. Wenn diese Länge der Sonne und des Planeten um genau 180^0 oder einen halben Kreisumfang von einander verschieden sind (was doch stets direkt konstatirt werden kann), befinden sich die drei Körper offenbar in einer geraden Linie und es findet die Opposition des Planeten statt.

Es ist nun aber unmittelbar einzusehen, dafs um diese Zeit der Planet von der Sonne gesehen in genau derselben Richtung stehen mufs, wie wir ihn von der Erde aus sehen, denn beide Richtungen liegen ja in derselben geraden Linie. Für diesen besonderen Fall können wir uns also unmittelbar im Geiste auf die Sonne versetzen und wissen mit vollkommener Sicherheit, — ohne jede Voraussetzung über die wahre Beschaffenheit des Sonnensystems, was wohl zu merken ist — in welcher Winkelentfernung vom Frühlingsnachtgleichenpunkte der Planet sich in diesem Augenblicke, von der Sonne aus gesehen, befunden hat. Diese Entfernung nennt man die „heliocentrische Länge" des Planeten, im Gegensatze zu seiner „geocentrischen (von der Erde

aus gesehenen) Länge“, welche nur zur Zeit der Opposition mit der ersteren übereinstimmt.

Nachdem wir uns Zeit und Länge für eine erste dieser Oppositionen gemerkt haben, lassen wir den Planeten seinen schleifenbildenden Weg am Himmel weiter beschreiben, ohne uns zunächst um ihn zu kümmern, bis er einer zweiten Opposition nahe kommt. Diese findet, wie wir bald bemerken, statt, während sich der Planet in einer anderen Richtung befindet, wie bei der ersten Opposition. Wir merken uns wieder die genaue Zeit und die Länge des Planeten. Ebenso machen wir es mit der nächst folgenden Opposition und so fort, bis etwa die Oppositionslänge des Planeten ungefähr dieselbe geworden ist, wie bei der ersten beobachteten Opposition, oder bis der Ort der Opposition am Himmel etwa einen ganzen Umkreis beschrieben hat. Wir wollen die direkten Beobachtungsresultate, welche wir auf diese Weise für den Planeten Mars erhalten würden, einmal hier aufschreiben.

Es fanden Oppositionen des Mars statt oder werden sich ereignen, an folgenden Tagen, und der Planet wird sich in den beigeschriebenen Richtungen befinden:

Oppositionszeit			t	Intervall in Tagen	l	Intervall
1875	Juni	19.87	170.87	808.63	268°.57	434°.90
1877	September	5.50	248.50	797.85	343°.47	426°.64
1879	November	12.35	316.35	775.38	50°.11	405°.56
1881	Dezember	26.73	360.73	766.26	95°.67	396°.42
1884	Januar	31.99	31.99	764.04	132°.09	393°.91
1886	März	6.03	65.03	767.74	165°.90	395°.89
1888	April	10.77	101.77	775.53	201°.79	404°.61
1890	Mai	27.30	147.30	800.47	246°.40	425°.85
1892	August	3.77	216.77		312°.25	

In der ersten Columne dieser Tabelle ist die Oppositionszeit bis auf Hunderttheile des Tages angegeben. Alle diese Zeiten sind nach astronomischer Zählweise auf den Meridian von Greenwich bezogen, welcher jetzt immer allgemeiner als erster Meridian anerkannt wird. Die erste Angabe Juni 19.87 bedeutet also den Moment, in welchem in Greenwich nach dortiger mittlerer Sonnenzeit 87 Hundertstel Tage seit dem Mittag (nicht der Mitternacht) des 19. Juni verflossen sind. In der folgenden mit t überschriebenen Reihe der Tabelle sind diese selben Zeiten noch einmal vom Anfang des betreffenden Jahres ab, in fortlaufenden Tagen gerechnet, aufgeschrieben. Diese Wiederholung ist zu dem Zwecke geschehen, um dem Leser, welchem ich rathe, zur Vervollkommnung seines Verständnisses für das Vorzutragende alles genau nachzurechnen, eben diese Arbeit etwas zu erleichtern. Die

folgende Reihe enthält die zwischen zwei Oppositionen verflossene Zeit in Tagen. Dann folgen unter 1 die zugehörigen geocentrischen und zugleich heliocentrischen Längen des Mars, und endlich die Anzahl von Graden, welche der Planet am Himmel zwischen zwei aufeinander folgenden Oppositionen durchlaufen hat. Sie ist gleich der Differenz zweier benachbarten Längen plus 360^0, denn der Planet hat von der Erde aus gesehen — und von der Sonne aus mufs es offenbar ebenso sein — zunächst einen ganzen Umkreis und dann noch jenes zwischen zwei Oppositionsorten liegende Stück durchlaufen.

Aus der denkenden Betrachtung dieser verhältnifsmäfsig so wenigen Beobachtungsdaten können wir nun bereits höchst interessante Schlufsfolgerungen über die Bewegung des Planeten, wie sie sich von der Sonne aus gesehen darstellen mufs, ziehen. Zunächst bemerken wir in der Aufeinanderfolge der Werthe für die Länge keinerlei Knotenpunkte oder gar die Anzeichen einer zeitweilig rückläufigen Bewegung, wie sie von der Erde gesehen in den Schleifen hervortritt. Zwar sind die gefundenen heliocentrischen Längen nur ganz vereinzelt je aus einem ganzen Umlauf des Planeten um den Himmel des Sonnenbeobachters herausgenommen, und von vornherein können wir allerdings nicht wissen, ob nicht jedesmal in dem übrigen Theile der scheinbaren Bahn des Planeten um die Sonne (denn „scheinbar“ müssen wir sie noch nennen, so lange die Bewegung der Erde um die Sonne noch nicht endgültig bewiesen ist), letzterer eine ganz ähnliche Schleife beschreibt, wie von der Erde gesehen. Aber wir können uns doch leicht überzeugen, dafs auch jede Reihe von Punkten, welche in ungefähr gleichen Zwischenräumen aus einer Bahnlinie herausgenommen und für sich einzeln wieder zu einer solchen zusammen gestellt werden, die Form der ursprünglichen Linie wieder annehmen wird. Würden wir zum Beispiel die geocentrische Länge des Mars auch nur alle Jahre einmal messen und auf einem Himmelsglobus aufzeichnen und diese Operation eine längere Reihe von Jahren hindurch wiederholen, so würde die so erhaltene Reihe von Punkten sich schliefslich zu einer schleifenbildenden Kurve zusammenfügen lassen. Die hier angeführten Längen aber enthalten davon nichts. Dieselben sind nun allerdings wohl in zu grofsen Zwischenräumen über den ganzen Umkreis vertheilt, um allein einen strikten Beweis für das Fehlen von Knotenpunkten abzugeben. Würde man indefs die Oppositionen noch so weit zurückverfolgen, so fände man dennoch nirgends irgendwo eine besonders starke Anhäufung dieser Richtungslinien an irgend einer Stelle des Umkreises, wie es an Punkten doch nöthig wäre, wo der

Planet wegen seines Uebergangs aus rechtläufiger in rückläufige Bewegung besonders lange verweilt. Die nähere Betrachtung der Oppositionsorte hat uns also an sich allein beweisen können, dafs der Planet Mars (und für alle übrigen hätten wir dasselbe gefunden) von der Sonne aus gesehen nur eine rechtläufige Bewegung besitzt, d. h. keine Schleifen bildet.

Es ist sehr merkwürdig, dafs man diesen Satz ohne irgend welche Voraussetzung über die wahre Form des Sonnensystems aufstellen konnte. Auch Ptolemäus hätte ihn finden können, wenn ihm die genügende Zahl von Beobachtungen zu Gebote gestanden hätte. Er würde dann sofort erkannt haben, dafs die Bewegungserscheinungen sich, von der Sonne gesehen, bedeutend vereinfachen und hätte dann wohl selbst die Copernikanische Stufe erstiegen. Das war indefs ihm ebensowenig wie Copernikus selbst möglich, weil beiden eben die Beobachtungen fehlten, welche Kepler namentlich aus dem Nachlasse des grofsen dänischen Astronomen Tycho Brahe, dann aber auch durch den Fleifs aller jener übrigen Astronomen zu Gebote standen, welche sich seit Ptolemäus mit der möglichst exakten Verfolgung der Bewegungen, wie sie uns erscheinen, befafst hatten, um eben den Speculationen über die wahren Bewegungen eine möglichst solide Grundlage zu verschaffen.

Wir sind nun in unserer Beweisführung bis zu der Ueberzeugung vorgeschritten, dafs die „scheinbaren“ Bewegungen der Planeten um die Sonne weit regelmäfsiger vor sich gehen, als um die Erde. Wir wollen nun sehen, ob wir aus den vorliegenden Oppositionsbeobachtungen nicht noch näheren Aufschlufs über die besonderen Eigenthümlichkeiten dieser heliozentrischen Bewegung erhalten können. Zuerst wollen wir es versuchen, die wahre Umlaufszeit des Planeten um die Sonne zu ermitteln.

Unsere Tabelle zeigt uns, dafs Mars zwischen dem 19. Juni 1875 und dem 27. Mai 1890 nahezu acht Umläufe vollendet haben mufs, wie ein einfaches Abzählen der Gradintervalle ergiebt. An acht vollen Umläufen fehlen noch $268^{0}.57 - 246^{0}.40 = 22^{0}.17$. Wir machen nun die vermuthlich nicht ganz richtige, jedoch nach den vorangegangenen Betrachtungen sich jedenfalls nicht sehr wesentlich von der Wahrheit entfernende Annahme, dafs die Bewegung des Mars um die Sonne ganz gleichmäfsig schnell geschieht. Wir finden dann offenbar, dafs $\frac{22^{0}.17}{360^{0}} = 0.0616$ Theile des ganzen Umlaufs in dem fraglichen Momente noch an acht vollen Umläufen des Planeten fehlten.

Die Zeit von der ersten bis zur zweitletzten der aufgeschriebenen Oppositionen umfafst nun 5455.43 Tage. Während dieser Zeit fanden nach unserer Rechnung 8 — 0.0616 = 7.9384 Umläufe statt. Beide Zahlen geben durch einander dividirt 687.21 Tage für die „siderische" Umlaufszeit des Planeten um die Sonne.

Diese Zahl wird wegen der oben gemachten Voraussetzung der gleichförmig schnellen Bewegung, vermuthlich nur annäherungsweise, richtig sein. Wir können uns jedoch ihrer bedienen, um die Eigenthümlichkeiten dieser Bewegung in Wirklichkeit kennen zu lernen und dann unsere eben gemachte Rechnung darnach korrigiren. Ein solches successives Verfahren wird bei der Lösung aller hauptsächlichen astronomischen Probleme stets angewandt.

Zu diesem Zwecke zählen wir die gefundene Umlaufszeit zunächst zur Zeit der ersten Opposition hinzu, das heifst (1875) 170.87 + 687.21. Um diese Zeit — wie sie sich bürgerlich ausdrückt, brauchen wir hier nicht zu ermitteln — kehrt also Mars von der Sonne aus gesehen wieder in seine erste Richtung zurück, d. h. seine heliocentrische Länge ist dann 268°.57. Indem wir diese Zeit von der der nächsten Opposition (1877) 248.50 abziehen, erfahren wir, wie viel Zeit verfliefst, bis der Planet von jener Stellung 268°.57 zu dem nächsten Oppositionsorte 343°.47 vorgeschritten ist. Dieses Zeitintervall erhalten wir offenbar noch einfacher, wenn wir von dem Zeitintervall zwischen den beiden Oppositionen, die „wahre synodische Umlaufszeit" genannt, die siderische Umlaufszeit abziehen: 808.63 — 687.21 = 121.42 Tage. Innerhalb dieser Zeit ist der Planet, von der Sonne gesehen, von 343°.47 bis 268°.57, also um 74°.90 vorgeschritten. Beide Zahlen durcheinander dividirt ergeben, dafs derselbe damals im Tage durchschnittlich 0°.6169 zurückgelegt hat. Wir führen nun die gleiche Rechnung für die Intervalle zwischen den übrigen Oppositionen aus und erhalten dann folgende merkwürdige Zahlenreihe, der wir die mittleren Richtungen, für welche diese Bewegungen stattfinden, hinzufügen. Letztere wurden einfach gefunden, indem man die Mitte zwischen den beiden betreffenden Oppositionsorten nahm.

Richtung	Tägl. Beweg.	Richtung	Tägl. Beweg.
306°	0°.6169	149°	0°.4400
17	0 .6019	184	0 .4458
73	0 .5167	224	0 .5050
129	0 .4604	279	0 .5814.

Wir machen hier die höchst wichtige Entdeckung, dafs die Geschwindigkeiten der Marsbewegung ziemlich veränderlich, jedoch offen-

bar einer bestimmten Gesetzmäſsigkeit unterworfen sind. Hätten wir noch weitere Oppositionen verfolgen können, so würden wir gefunden haben, daſs stets für dieselben Richtungen dieselben Geschwindigkeiten wiederkehren. Es verhält sich also mit der „scheinbaren" Bewegung des Mars um die Sonne genau so wie mit dem „scheinbaren" Umlauf dieser letzteren um die Erde. Auch hier kommen keine Schleifenbildungen vor, während die Geschwindigkeit, wie ja schon Hipparch gefunden hatte, mit den Jahreszeiten regelmäſsig wechselt. Unsere Zahlen für Mars ergeben, daſs seine Geschwindigkeit etwa um 150° heliozentrische Länge herum am geringsten, in der entgegengesetzten Richtung dagegen am gröſsten ist. Diese Richtung stimmt mit derjenigen überein, in welche nach Ptolemäus die Exzentrizität des deferirenden Kreises, nach Copernikus die der Kreisbahn des Mars zu legen ist. Wir haben eine erste Annäherung des „Aphels" oder der Sonnenferne (ca. 150°) respektive des „Perihels" oder der Sonnennähe (330°) des Mars direkt aus den Beobachtungen abgeleitet. Die wahre Lage dieser Punkte ist 153°, respektive 333°.

Da wir nun bereits Näheres über die wahre Bewegung des Mars in bestimmten Bahnrichtungen wissen, können wir zu einer zweiten Näherung für die Bestimmung seiner siderischen Umlaufszeit schreiten. Ich will das dazu angewandte einfache Interpolationsverfahren hier ausführlich angeben, weil ähnliche Verfahren noch öfters nöthig werden. Ich kann mich dann später mit dem bloſsen Hinschreiben des Resultats begnügen.

Wir wollen die Zeit finden, welche Mars gebraucht, um die Strecke zwischen 246°.40 und 268°.57 zu durchlaufen. Die mittlere Richtung zwischen diesen beiden ist 257°. Wir kennen nun die tägliche Geschwindigkeit des Planeten für die Richtungen 224° und 279°. Die erstere ist 0°.5050, die letztere 0°.5814. Zwischen 224° und 257° liegen 33°, zwischen 257° und 279° aber 22°. Die ganze Strecke beträgt 55°. Die Veränderung der Geschwindigkeit für diese 55° Richtungsveränderung ist gleich 0°.5814 — 0°.5050 = 0°.0764. Wir haben von der gröſseren dieser Geschwindigkeiten also $\frac{22}{55} = \frac{2}{5}$ der letztbestimmten Differenz abzuziehen, um die gesuchte wahre Geschwindigkeit für die gegebene Richtung zu finden. Also

$$0^{\circ}.5814 - \frac{2}{5} \times 0^{\circ}.0764 = 0^{\circ}.5505.$$

Diese letzte Zahl müssen wir nun in 22°.17, welche am 27. Mai 1890 noch an acht vollen Umläufen des Mars seit dem 19. Juni 1875

fehlen, dividiren, um zu erfahren, dafs 40.27 Tage verfliefsen, bis Mars in dieser Region seiner Bahn diese Strecke zurückgelegt hat. Diese Zahl addiren wir zu dem Zeitintervall zwischen den beiden hier in Betracht kommenden Oppositionen, d. h. 5455.43 Tagen. Das giebt 5495.70, welche Zahl durch 8 dividirt die korrigirte siderische Umlaufszeit des Mars

$$u = 686.96 \text{ Tage}$$

ergiebt. Dieses Ergebnifs unserer verhältnifsmäfsig doch sehr einfachen Rechnung kommt der Wahrheit bis auf zwei Hunderttheile eines Tages nahe. Hätten wir noch entfernter von einander liegende Oppositionen angewandt, so würden wir u = 686.980 erhalten haben.

Genau dieselben Operationen, wie wir sie hier im einzelnen für Mars beschrieben haben, können wir nun auch für die übrigen Planeten ausführen und erhalten überall im Prinzip dasselbe Resultat, dafs sie nämlich von der Sonne gesehen keine Schleifen bilden, dagegen ungleiche Geschwindigkeit zeigen, welche in einer bestimmten, allerdings für jeden Planeten verschiedenen Richtung von der Sonne gesehen ein Maximum, in entgegengesetzter Richtung ein Minimum besitzt. Zugleich ergeben sich die siderischen Umlaufszeiten der Planeten:

Merkur =	87.969 Tage,	Jupiter =	4332.585 Tage,
Venus =	224.701 „	Saturn =	10759.220 „
Erde =	365.256 „	Uranus =	30686.51 „
Mars =	686.980 „	Neptun =	60186.64 „

Wir haben damit die eine Hälfte unserer Aufgabe, die Bewegung der Himmelskörper, von der Sonne gesehen, zu erkennen, erfüllt. Wir können in der That die Richtungen, welche die Planeten am Himmel der Sonne zu einer beliebigen Zeit einnehmen, nach dem vorhin erörterten Verfahren, wenigstens mit vorläufig befriedigender Annäherung, angeben.

Aber um die Form der Bahn in Wirklichkeit zu erkennen, müssen wir noch die Entfernungen der Planeten von der Sonne bestimmen. Das scheint nun ganz bedeutend schwieriger als diese soeben gelöste Aufgabe war. Wir können ja leider diese umschwingende Erde niemals verlassen und keinen Mafsstab als Brücke von ihr aus nach jenen Himmelskörpern ausspannen, welche wir beobachten. Wie viel unmöglicher mufs uns deshalb die Lösung der Frage erscheinen, in welchen Entfernungen diese Himmelskörper sich von der unnahbaren Sonne befinden?

Wir werden indefs auch hier sehen, wie spielend leicht der menschliche Geist, recht geleitet, über solche scheinbaren Schwierigkeiten triumphirt.



Wilhelm Ernst Tempel †.

Wir erfüllen die traurige Pflicht, in unserer heutigen Nummer das Bildnifs des ersten Todten unter unsern Mitarbeitern wiederzugeben und schliefsen daran die deutsche Uebersetzung einer Lebensskizze, welche Herr Professor Schiaparelli diesem eigenartigen Manne in den „Astronomischen Nachrichten No. 2886" gewidmet hat:



Am 16. März um 4 Uhr Nachmittags starb in Florenz nach langer Krankheit Wilhelm Ernst Tempel, Observator der Königl. Sternwarte zu Arcetri.

Am 4. Dezember 1821 in Nieder-Kunersdorf in der Ober-Lausitz als Sohn armer Eltern geboren, erlernte er in seinen Jugendjahren das lithographische Zeichnen, welches er zuerst in verschiedenen Städten Deutschlands ausübte und worin er eine mit feinem künstlerischen

Gefühl verbundene nicht gewöhnliche Geschicklichkeit erlangte. Von der Natur mit lebhafter Einbildungskraft und einem rastlosen Geist begabt, verliefs er bald das Vaterland, um in fremden Ländern sein Glück zu versuchen. Drei Jahre lebte er in Dänemark, dann kam er nach Italien, wo wir ihn 1859 etablirt und in Venedig verheirathet finden. In dieser Zeit fing er an, sich als Dilettant mit astronomischen Dingen bekannt zu machen. Mit einem 4 zölligen Fernrohr von Steinheil, welches er sich von seinen Ersparnissen angeschafft hatte, machte er in dieser Stadt seine ersten Entdeckungen, diejenige des Kometen von 1859 und die des berühmten (Merope-) Nebels in den Plejaden, welch' letztere ihm bis in die jüngste Zeit mit Unrecht streitig gemacht wurde.

Im Jahre 1860 ging er nach Marseille und arbeitete 1861 einige Zeit an der dortigen Sternwarte unter der Direktion von Benjamin Valz. In jener Stellung blieb er jedoch nur 6 Monate. Da er über alles die eigene Unabhängigkeit liebte, ging er bis zum Jahre 1870 seinem Beruf als Lithograph in jener Stadt weiter nach, seine Arbeiten mit der fleifsigen Durchmusterung des Himmels abwechselnd. In Marseille entdeckte er 6 kleine Planeten, nämlich (64) Angelina, (65) Cybele, (74) Galatea, (79) Eurynome, welche schon etwas früher von Watson gefunden wurden, (81) Terpsichore und (97) Chlotho. Für die Astronomie wichtiger waren seine Kometenentdeckungen, bei welchen ihm besonders ein scharfes Auge, das reine Klima und ein ausgezeichnetes Negativ-Okular von grofsem Gesichtsfelde zu Hülfe kamen, welch' letzteres ihm von Steinheil zur Verfügung gestellt war. Zehn Kometen fand er in Marseille, nämlich 1860 IV, 1862 I, 1863 IV, 1864 II, 1866 I, 1867 I (mit Stephan), 1867 II, 1869 II, 1869 III, 1870 II (mit Winnecke); von welchen besonders 1867 II und 1869 III durch ihre kurze Umlaufszeit, und 1866 I durch seinen unzweifelhaften Zusammenhang mit dem November-Sternschnuppenschwarm wichtig sind. Diese Entdeckungen trugen Tempel verschiedene Preise der Wiener Kaiserl. Akademie der Wissenschaften ein.

Aus Frankreich 1870 vertrieben, ohne eine andere Schuld als die, dafs er ein Deutscher war, kam er im Anfang des Jahres 1870 als Assistent der Sternwarte von Brera nach Mailand. Die Lithographie verlassend, widmete er sich ganz der Astronomie und erfüllte durch nützliche Arbeiten seine neuen Pflichten. In den vier Jahren seines Aufenthaltes in Mailand (1871—1874) endeckte er dort vier weitere Kometen: 1871 II, 1871 V, 1871 VI und 1873 II; den letzteren auch mit kurzer Umlaufszeit. Aufserdem beobachtete er auch ver-

schiedene andere Kometen, so besonders den im Jahre 1874 erschienenen hellen Kometen von Coggia, von welchem er wunderbare Zeichnungen anfertigte. Diese und andere seiner Arbeiten sind in einer Sammlung verschiedener Beobachtungen, welche den V. Band der Publikationen der Mailänder Sternwarte bilden, gewürdigt worden.

Da bei seiner etwas geschwächten Gesundheit ihm das Klima von Mailand, besonders im Winter, wenig erträglich erschien, entschlofs er sich im Anfang des Jahres 1875 den Posten eines Astronom-Adjunkten auf der neuen Sternwarte von Arcetri bei Florenz, verbunden mit der provisorischen Direktion, anzunehmen. Hier setzte er anfangs seine Kometenbeobachtungen fort und machte auch seine letzte Entdeckung auf diesem Gebiete, nämlich die des Kometen 1877 V. Nachdem er dann vollkommen sein eigner Herr geworden, und über zwei ziemlich grofse und durch klare Zeichnung hervorragende Teleskope von Amici verfügte, gab er sich ganz dem Studium der Nebel hin, von denen er eine Anzahl der schönsten Zeichnungen lieferte; diese trugen ihm 1879 den königlichen Preis ein, welchen die Academia dei Lincei alle sechs Jahre für eine astronomische Arbeit zu verleihen pflegt.*) Dieselbe Akademie hatte sich erboten, diese Arbeit auf eigene Kosten herauszugeben, ungeachtet dessen blieb dieselbe jedoch unveröffentlicht, da Tempel niemals einen Künstler finden konnte, welcher im stande gewesen wäre, ihn in der Reproduktion dieser Zeichnungen zufrieden zu stellen.

In den letzten Jahren mufste er zu seinem gröfsten Schmerze auf das Beobachten verzichten, aus Rücksicht auf seine immer mehr abnehmende Gesundheit.

Obgleich Tempel keinen regelrechten Unterricht genossen, war er keineswegs ohne Bildung; lebhaft über alles war stets in ihm der Sinn für das Schöne in Natur und Kunst. In der elementaren Mathematik hatte er die ersten Grade aus sich selbst bis zu dem Punkte bemeistert, dafs er ohne Schwierigkeiten die logarithmischen Tafeln und trigonometrischen Formeln anwenden konnte; ohne fremde Hülfe berechnete er seine eigenen Beobachtungen. Ganz sich selbst und seinem uneigennützigen Eifer für die Astronomie verdankte er eine Reihe schöner Entdeckungen, welche seinem Namen einen ehrenvollen Platz in unserer Wissenschaft sichern. (Schiap.)

---

*) Besonders glückliche Umstände hatten es uns ermöglicht, einige dieser preisgekrönten Nebelzeichnungen unseren Lesern in einer unserm dritten (Dezember-) Hefte beigegebenen lithographischen Tafel vorzuführen.
Anm. der Red.



Die tägliche Nutation oder Erdaxen-Schwankung.

In dem zweiten Hefte dieser Zeitschrift (Nov. 1888) sind in dem Aufsatze von Dr. P. Schwahn: „Welche Veränderungen erfährt noch jetzt die Lage der Drehungs-Axe der Erde“ die wichtigsten Störungen erörtert worden, von denen die Drehung der Erde betroffen wird. Es ist dort hervorgehoben worden, wie wundervoll und erhebend die Uebereinstimmung ist, welche auf diesem Gebiete der Forschung zwischen der streng durchgeführten Theorie der Drehung der Erde und den Ergebnissen zahlloser sorgfältiger Messungen am Fixstern-Himmel bis jetzt erreicht ist.

Aus gewissen in neuerer Zeit ermöglichten Verschärfungen der bezüglichen Messungen oder erschöpfenderen Untersuchungen derselben scheinen indessen nach zwei Richtungen hin neue Erscheinungsgruppen aufzutauchen, welche bisher von der Theorie weniger beachtet worden sind, weil sie offenbar an den Genauigkeitsgrenzen der bisherigen Messungen lagen und daher nicht mit genügender Sicherheit von den unvermeidlichen kleinsten Abweichungen trennbar zu sein schienen, die man als sogenannte zufällige Fehler behandeln und bei Seite setzen darf, so lange sich in ihnen keine Spuren von Gesetzmäfsigkeit im einzelnen erkennen lassen.

Ueber die eine dieser Erscheinungsgruppen hat Dr. Schwahn bereits näher berichtet. Die andere ist die sogenannte tägliche Nutation, nämlich eine von Herrn Folie, Direktor der Sternwarte zu Brüssel, seit einigen Jahren zur Sprache gebrachte kleinste und schnellstverlaufende unter den von der Anziehung der Sonne und des Mondes herrührenden Störungen der Drehung der Erde. Herr Folie und seine Mitarbeiter glauben diese, innerhalb je eines halben Sonnen-Tages, bezw. je eines halben Mond-Tages (d. h. zwischen zwei auf einander folgenden Durchgängen der Sonne oder des Mondes durch eine und dieselbe Meridian-Ebene der Erde) periodisch wiederkehrenden Schwankungen der Drehungsbewegungen jetzt deutlich nachweisen zu können und zwar mit Hülfe der etwas weiter als früher getriebenen rechnerischen Untersuchung zahlreicher, in den letzten Jahrzehnten von immer zahlreicheren Sternwarten in den verschiedenen Erdtheilen angestellten Bestimmungen der Lage von Fixsternen gegen den scheinbaren Drehungspol des Himmelsgewölbes.

Indessen verhält sich die Mehrheit der Fachgenossen noch etwas zweifelnd und ablehnend dazu. Zwar ist die Theorie des unter gewissen Bedingungen nothwendigen Eintritts einer solchen Nutation

von Herrn Folie nach dem Vorgange älterer Untersuchungen über diesen Gegenstand einleuchtend dargestellt worden, aber der zahlenmäfsige Nachweis der Merklichkeit der bezüglichen Wirkungen ist nur in vereinzelten, der inneren Uebereinstimmung noch entbehrenden Veröffentlichungen dargeboten worden, in denen auch noch nicht alle Möglichkeiten anderweitiger einfacherer Erklärung der in den Sternörtern nachgewiesenen scheinbaren Schwankungen erschöpft sind.

Dazu kommt, dafs diese tägliche Nutation zu sehr merkwürdigen Folgerungen in betreff der Massenvertheilung in der Erde und in betreff unabhängiger Bewegungen der Erdkruste über dem sog. flüssigen Erdinnern führen würde, welche an sich erhebliche Zweifel erwecken. Jedenfalls mufs aber die wissenschaftliche Welt Herrn Folie für seine interessanten Arbeiten dankbar sein; denn dieselben können nach jeder Seite hin nur zu fruchtbaren Vertiefungen der Forschung führen.

Wir glaubten unsern Lesern diese erste vorläufige Mittheilung über den Gegenstand schuldig zu sein, weil derselbe auch in der populären Litteratur anderweitig zur Sprache zu kommen beginnt.

Auch ist es an sich ein reizvoller Eindruck, auch hier wieder zu sehen, wie aus verfeinerten Messungen am Sternenhimmel neue Fragen und Anhaltspunkte für das tiefere Studium der Zustände der Erde an das Licht treten. F.



Grönlands erste Durchquerung.

Seit dem Jahre 1728, dem Versuchsjahr des Gouverneur Paars, der Grönland durchreiten wollte, ist es oftmals, aber immer vergeblich, unternommen worden, das grönländische Inlandeis zu durchkreuzen; selbst die Versuche eines Jensen, Nordenskjöld und Peary blieben erfolglos. Die überraschende Nachricht, dafs ein junger Norweger, Dr. Nansen, von der einen Küste Grönlands bis zur andern vorgedrungen sei, erregte daher Ende vorigen Jahres allerorten berechtigtes Aufsehen. Die erste Kunde von dem glücklichen Ausgang des Wagnisses verdanken wir einem Briefe Nansens,*) datirt von Godthaab, den 4. Oktober 1888, an den Kaufmann Augustin Gamél in

*) Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik XI. Jahrg. 5. Heft.

Kopenhagen, der die Kosten der Expedition bereitwilligst übernommen hatte.

Herr Dr. Nansen hat im Gegensatz zu seinen Vorgängern die unwirthsame Ostküste Grönlands zum Ausgangspunkt seiner Expedition gewählt, von der richtigen Erkenntnifs ausgehend, dafs er dann nur einmal den Landweg zurückzulegen habe, da von der bewohnten Westküste aus Europa zu erreichen ist. Einen andern grofsen Vortheil hatte diese Expedition gegen die früheren dadurch, dafs sie ausnahmslos aus tüchtigen Schneeschuhläufern bestand. Freiherr von Nordenskjöld hatte nämlich 1883 auf seiner grönländischen Binnenreise die Erfahrung gemacht, dafs die mit Schneeschuhen versehenen Lappländer in 27 Stunden eine Strecke zurücklegten, zu welcher die zu Fufs wandernde Expedition 27 Tage gebraucht hatte. Dr. Nansen selbst hatte sich durch öftere Hochgebirgstouren von Bergen nach Christiania zu einer solchen Ueberlandreise jahrelang vorbereitet. Zu Reisebegleitern wählte er fünf vorzüglich geschulte Schneeschuhläufer, die drei Norweger, Lieutenant Olaf Dietrichson, Steuermann Otto Sverdrup und Hofbesitzer Kristian Kristiansen und die beiden Lappländer Ole Ravna und Samuel Jonsen Bratto.

Der dänische Dampfer „Thyra“ führte die Expedition von Leith nach Island. Am 4. Juni 1888 verliefs die Expedition auf „Jason“ den isländischen Isa-Fjord, um die Ostküste Grönlands zu erreichen. Am 11. Juni war das Schiff der Küste bereits so nahe gekommen, dafs das etwa 1800 Meter hohe Ingolsfjeld der ostgrönländischen Gebirgskette deutlich erkannt werden konnte; ein Landungsversuch mufste aber wegen der Mächtigkeit des vorgelagerten Treibeises unterbleiben. Erst am 17. Juli konnte Dr. Nansen mit seinen fünf Reisegefährten in zwei Booten den Dampfer „Jason“ verlassen. Die Ausrüstung der Expedition beschränkte sich auf das Allernothwendigste. Nach 12 tägigem, hartem Kampfe mit Treibeisbergen gelang es den kühnen Männern endlich, in 61° nördl. Br., viel südlicher als sie ursprünglich beabsichtigten, die ersehnte Küste unter Zurücklassung ihrer Boote zu erklimmen. Am 15. August begann die Wanderung in das unbekannte Innere Grönlands, der „Heimath des Entsetzens und der bösen Geister.“

Die Expedition erreichte unter furchtbaren Schneestürmen und einer Kälte von 40—50° eine Höhe von über 3000 m über dem Meere. Nach glücklichem Abstieg über zerklüftetes Eis gelangte die Expedition Ende September wohlbehalten an den Ameralik-Fjord, von wo aus Dr. Nansen und Sverdrup auf einem nothdürftig zusammen-

gezimmerten Fahrzeug am 3. Oktober Godthaab glücklich erreichten. Die vier am Ameralik-Fjord zurückgelassenen Genossen wurden alsbald nach Godthaab nachgeholt. Hier bereitete die Kolonie den ersten Durchquerern Grönlands den herzlichsten Empfang.

Der Kapitän des Dampfers „Fox", der Nansens Brief von zwei von Godthaab nach Ivigtut im Kajak schnellfahrenden Grönländern empfangen hatte, konnte zu seinem Bedauern die Ankunft der kühnen Reisenden in Ivigtut, das 300 Miles südlich von Godthaab liegt, nicht mehr abwarten, so dafs sie verurtheilt waren, den ganzen Winter in Grönland zuzubringen.

Noch bevor Dr. Nansen den heimathlichen Boden wieder betreten hat, ist ihm eine hohe Anerkennung für seine kühne That von Seiten der Kgl. Schwedischen Geographischen Gesellschaft durch Verleihung der goldenen Vega-Medaille zu teil geworden. Diese höchste Auszeichnung der Gesellschaft ist bis jetzt nur 5 Männern verliehen worden, Nordenskjöld, Palander, Stanley, Prjevalsky und Junker.

Am 30. März d. J. hat der Dampfer „Hvidbjörnen" Kopenhagen verlassen, um die Mitglieder der Expedition aus ihrer grönländischen Gefangenschaft zu befreien; vor Ende Mai wird der Dampfer schwerlich in Kopenhagen wieder eintreffen. Schon jetzt ist Dr. Nansen für eine im Jahre 1891 beabsichtigte grofse Expedition, die es versuchen soll, auf dem Landwege über Franz-Joseph-Land, eventuell unter Zuhülfenahme kleiner Ballons, den Nordpol zu erreichen, von der öffentlichen Meinung als Führer designirt. Wir behalten uns vor, unsern Lesern nach Dr. Nansens Rückkunft weitere Mittheilungen über die Details und wissenschaftlichen Erfolge der hier nur kurz skizzirten Expedition zu machen.

F. S. Archenhold.



Spektroskopische Expedition auf den Mont Blanc. Bekanntlich ist die Existenz von Sauerstoffgas in der Sonnenatmosphäre derzeit immer noch unentschieden. Gewisse Absorptionsbänder im Sonnenspektrum leiteten Janssen im vorigen Jahre auf die Vermuthung, dafs in der Sonnenatmosphäre möglicher Weise sich Sauerstoff in einem solchen Zusammensetzungszustande befinden könnte, in welchem er zur Quelle jener Absorptionserscheinungen des Spektrums werden

kann. Die Bedingungen für die Untersuchung dieser Frage gestalten sich namentlich günstig in den höheren Schichten der Erdatmosphäre, welche dünn und freier von Wasserdämpfen sind. Janssen entschlofs sich zu einer Analysirung des Sonnenspektrums in einer kälteren Jahreszeit und unternahm deshalb im Oktober verflossenen Jahres eine Expedition nach der „Grands Mulets“ genannten Alpen-Club-Hütte auf dem gewöhnlichen Wege zum Gipfel des Mont Blanc. Wir heben aus dem Berichte des berühmten Spektroskopikers („Annuaire p. 1889“) nur Folgendes hervor: Am 15. und 16. Oktober, bei prachtvoller Klarheit der Luft, fehlten die Bänder des atmosphärischen Wasserdampfes im Spektrum vollständig, auch die Sauerstoffbänder verschwanden. Hieraus schliefst Janssen, dafs letztere in unserer Atmosphäre ihren Grund haben, also tellurischer Natur seien und nicht durch die Sonnenatmosphäre hervorgerufen werden. Nichtsdestoweniger hält Janssen den Rückschlufs, dafs demnach auf der Sonne kein Sauerstoff existire, für verfrüht; man dürfe nur annehmen, dafs sich dieses Gas jedenfalls dort nicht in jenem Zustande befindet, in dem es die Spektralerscheinungen bewirken könnte, die eben durch dieses Gas in unserer Erdatmosphäre erzeugt werden. *



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Mai*.)

(Sämmtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

		Aufgang			Untergang		
3. Mai	Erdferne	6h	26m	Mg.	10h	57m	Ab.
8. „	Erstes Viertel	10	48	„	1	53	Mg.
15. „	Vollmond	8	8	Ab.	4	32	„
16. „	Erdnähe	9	33	„	5	4	„
21. „	Letztes Viertel	1	17	Mg.	10	18	„
29. „	Neumond	4	0	„	7	47	Ab.
31. „	Erdferne	5	1	„	9	48	„
6. Juni	Erstes Viertel	10	55	„	0	48	Mg.
13. „	Vollmond, Erdnähe	8	23	Ab.	3	34	„

Maxima der Libration:
10. Mai, 22. Mai, 7. Juni.

*) Diese Ephemeriden werden von jetzt ab vom 15. zum 15. jeden Monats gegeben werden.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. Mai	3h 3m	+18° 4'	4h 40m Mg.	8h 10m Ab.	2h 26m	+19° 36'	3h 57m Mg.	7h 50m Ab.
5. „	3 37	+20 49	4 38 „	8 46 „	2 18	+18 0	3 43 „	7 17 „
9. „	4 9	+22 57	4 40 „	9 18 „	2 10	+16 23	3 29 „	6 43 „
13. „	4 39	+24 25	4 43 „	9 43 „	2 5	+14 54	3 18 „	6 12 „
17. „	5 6	+25 15	4 47 „	10 1 „	2 2	+13 39	3 6 „	5 44 „
21. „	5 29	+25 31	4 53 „	10 11 „	2 1	+12 41	2 55 „	5 21 „
25. „	5 47	+25 19	4 57 „	10 11 „	2 3	+12 1	2 45 „	5 3 „
29. „	6 1	+24 46	4 59 „	10 5 „	2 7	+11 39	2 34 „	4 48 „
2. Juni	6 10	+23 57	4 58 „	9 52 „	2 13	+11 33	2 25 „	4 37 „
6. „	6 13	+22 57	4 54 „	9 32 „	2 20	+11 40	2 16 „	4 28 „
10. „	6 11	+21 51	4 44 „	9 6 „	2 29	+11 59	2 6 „	4 22 „
14. „	6 4	+20 45	4 30 „	8 36 „	2 39	+12 28	1 58 „	4 18 „

Merkur: 1. Mai Sonnennähe, 24. „ gröfste östl. Elongation, 14. Juni Sonnenferne.

Venus: 8. Juni Venus im gröfsten Glanz.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. Mai	3h 26m	+19° 3'	4h 57m Mg.	8h 39m Ab.	18h 36m	−22° 56'	0h 10m Mg.	7h 52m Mg.
7. „	3 44	+20 7	4 44 „	8 40 „	18 35	−22 57	11 42 Ab.	7 28 „
13. „	4 1	+21 3	4 31 „	8 41 „	18 34	−22 59	11 17 „	7 3 „
19. „	4 19	+21 53	4 19 „	8 41 „	18 32	−23 0	10 53 „	6 37 „
25. „	4 37	+22 35	4 8 „	8 40 „	18 30	−23 3	10 27 „	6 11 „
31. „	4 55	+23 9	3 58 „	8 38 „	18 27	−23 5	10 1 „	5 45 „
6. Juni	5 12	+23 36	3 48 „	8 36 „	18 25	−23 7	9 34 „	5 18 „
12. „	5 30	+23 56	3 40 „	8 32 „	18 21	−23 10	9 9 „	4 51 „

18. Mai 4h Mg. Bedeckg. durch d. Mond.

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. Mai	9h 6m	+17° 50'	10h 45m Mg.	2h 14m Mg.	13h 11m	−6° 52'	5h 5m Nm.	4h 5m Mg.
9. „	9 7	+17 44	10 14 „	1 44 „	13 10	−6 45	4 32 „	3 32 „
17. „	9 9	+17 37	9 45 „	1 13 „	13 9	−6 39	3 59 „	3 1 „
25. „	9 11	+17 28	9 17 „	0 43 „	13 8	−6 34	3 27 „	2 29 „
2. Juni	9 13	+17 17	8 49 „	0 12 „	13 8	−6 30	2 54 „	1 56 „
10. „	9 16	+17 5	8 21 „	11 39 Ab.	13 7	−6 28	2 21 „	1 25 „

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 4. Mai östl., 12. Mai westl. Elongation.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
1. Mai	3h 58m	+ 18° 50'	5h 29m Mg.	9h 9m Ab.
16. „	4 0	+ 18 57	4 31 „	8 13 „
31. „	4 2	+ 19 4	3 38 „	7 20 „
15. Juni	4 4	+ 19 10	2 41 „	6 25 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

6. Mai	I. Trab.	Verfinst.	Eintritt	0h	57m	Mg.	
7. „	II.	„	„	2	7	„	
13. „	I.	„	„	2	51	„	
21. „	I.	„	„	11	13	Ab.	
28. „	III.	„	„	10	50	„	(36m nach Jup. Aufg.)
29. „	I.	„	„	1	7	Mg.	
31. „	II.	„	„	11	6	Ab.	
5. Juni	III.	„	„	2	48	Mg.	
5. „	I.	„	„	3	1	„	
8. „	II.	„	„	1	40	„	
13. „	I.	„	„	11	24	Ab.	

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Vom 1. Mai bis 15. Juni finden für Berlin keine Bedeckungen hellerer Sterne statt.)

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.		Min.		1889 Rectas.			Declin.	
T Cassiop.	9. Juni	6.7	Gr.	11	Gr.	0h	17m	14s	+ 55°	11'
R Aurigae	13. Mai	6.7	„	12–13	„	5	8	20	+ 53	27
R Gemin.	14. Juni	6.7	„	12—13	„	7	0	40	+ 22	52
U Monoc.	21. Mai	6	„	7	„	7	25	29	— 9	33
S Hydrae	12. Juni	7.8	„	12	„	8	47	47	+ 3	29
R Crateris	27. Mai	8	„	9	„	10	55	6	— 17	44
R Virginis	7. Juni	6.7	„	11	„	12	32	52	+ 7	36
R Draconis	24. Mai	6.7	„	11—12	„	16	32	21	+ 66	59
T Herculis	24. „	7	„	12	„	18	4	53	+ 31	0
R Scuti	13. „	5	„	8.9	„	18	41	34	— 5	49
R Lyrae	5. Juni	4.3	„	4.6	„	18	51	57	+ 43	48
R Sagittarii	13. „	7	„	12	„	19	10	12	— 19	30
T Cephei	19. Mai	5.6	„	9	„	21	8	2	+ 68	3

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus.

U Cephei : 3., 8., 13., 18., 23., 28. Mai Nm., 2., 7., 12. Juni Mtt.

R Can. maj. . (Jedes 3. Min.): 4. Mai Mg., 7. Nm., 11. Mg., 14. Vm., 17. Nm., 21. Mg.

S Cancri . . 7. Mai Nm., 17. Mg., 26. Nm., 5. Juni Mg., 14. Nm.

δ Librae . . 4. Mai Nm., 9. Mg., 13. Ab., 18. Nm., 23. Mg., 27. Ab., 1. Juni Nm., 6. Mg., 10. Ab., 15. Nm.

U Coronae . . 1. Mai Ab., 8. Nm, 15. Nm., 22. Mtt., 29. Vm., 5. Juni Mg., 12. Mg.

U Ophiuchi . (Jedes 4. Min.): 2. Mai Nm., 6. Mg., 9. M., 12. Ab., 16. Mg., 19. M., 22. Ab., 26. Mg., 29. Nm., 1. Juni Ab., 5. Mg., 8. Nm., 11. Nt., 15. Mg.

Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 2. Mai Ab., 7. Mg., 11. Ab., 16. Mg., 20. Ab., 25. Mg., 29. Ab., 3. Juni Mg., 7. Ab., 12. Mg.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 15. Mai, 11. Juni.
ζ Gemin. . . 9., 19., 29. Mai.
β Lyrae . . 5., 18., 31. Mai, 12. Juni.
η Aquilae . 6., 13., 20., 28. Mai, 4., 11. Juni.
δ Cephei . . 3., 8., 14., 19., 24., 30. Mai, 4., 10., 15. Juni.

6. Meteoriten.

Bis etwa 6. Mai schwärmen die Sternschnuppen des Radiationspunktes bei η Aquarii (die „Aquariden"), welche ihr Maximum am 6. Mai erreichen; die Bahn dieses Meteoritenschwarmes hat eine Aehnlichkeit mit jener des Kometen Halley.

7. Leuchtende Nachtwolken.

Diese merkwürdige Erscheinung ist, wie Herr O. Jesse im Februarhefte dieser Zeitschrift dargelegt hat, für unsere Breitengrade auf die Monate Juni und Juli beschränkt. Bei dem grofsen wissenschaftlichen Interesse, den dieses Phänomen darbietet und in Hinsicht auf dessen bisher noch sehr mangelhafte systematische Beobachtung ist die Mitwirkung aller Gebildeten bezüglich fleifsiger Aufzeichnung und Beschreibung der Erscheinung erwünscht.[2])

8. Nachrichten über Kometen.

Die Sichtbarkeitsverhältnisse des Barnardschen Septemberkometen, die in den letzten Monaten wegen des tiefen Standes desselben am Abendhimmel für die Beobachtung nicht mehr günstig waren, beginnen sich jetzt insofern zu verbessern, als der Komet nun am Morgenhimmel beobachtbar wird und an Helligkeit wieder etwas zunimmt. Anfang Mai wird er nach 3 Uhr Morgens, Anfang Juni schon bald nach Mitternacht aufgesucht werden können. Die Lichthelligkeit steigt im Juli etwa auf das $2\frac{1}{2}$fache derjenigen, welche der Komet bei seiner Entdeckung hatte. Im Mai steht das Gestirn in dem Sternbild der Fische und wird sich (vergl. die Karte S. 185 des Dezemberheftes) im Juni und Juli nahe dem Aequator bewegen. Im weitern Verlauf des Sommers nimmt der Komet, bei stets südlicher Bewegung, bald an Helligkeit ab.

Der Barnardsche Oktoberkomet im Sternbild des kleinen Löwen entfernt sich gegenwärtig mehr und mehr von der Erde und dürfte uns bald ganz entschwunden sein.

Am 31. März hat Barnard neuerdings einen Kometen, und zwar in der Gegend zwischen dem Haupte des Orion und den Hörnern des Stiers aufgefunden. Der Komet ist nach den ersten Beobachtungen aus Kopenhagen, Kiel und Wien sehr klein und schwach. Aus den bis zum Schlufs dieses Heftes vorliegenden, von einander noch sehr abweichenden Bahnelementen läfst sich nur ersehen, dafs der Komet eine gegen das Sternbild des Eridanus gerichtete Bewegung besitzen wird und wahrscheinlich erst im Juli seine Sonnennähe erreicht.

---

[2]) Die Beobachtungen sind während der Dämmerungszeit (Morgens und Abends, ungefähr dann, wenn die Sonne sich etwa 10 Grad unter dem Horizonte befindet) vorzunehmen. Erwünscht sind bei den Aufzeichnungen: Angabe der Beobachtungszeit und der geographischen Position des Beobachtungsortes, Beschreibung der Formen und Farben der leuchtenden Wolken, wenn möglich, auch Notirungen der Höhen der Hauptpunkte über dem Horizonte (mittelst Winkelinstrumente) samt der zugehörigen Zeit. Wichtig wäre die tägliche Verfolgung der Erscheinung durch längere Zeiträume hindurch.

J. L. Soret, Winkelmessendes Fernrohr. Arch. sc. phys. et nat. XXI. 1889 S. 21.

In vielen Fällen ist es sehr erwünscht, schnell Winkelgröfsen messen zu können; dies wird zwar von mehreren Instrumenten mit grofser Genauigkeit geleistet, deren Gebrauch aber oft zu umständlich ist. Der Theodolit ist unhandlich und seine Aufstellung nicht überall möglich, der Sextant hat ein zu kleines Gesichtsfeld, und ist nicht für alle Beobachtungen geeignet. Namentlich bei dem Studium der „Gegensonnen" u. s. w. fehlt es häufig an einem sofort bequem zu handhabenden Instrument, das dennoch genügend genaue Messungen gestattet. Besonders für diese Zwecke hat Soret das goniometrische Fernrohr konstruirt, das etwa die Gestalt und Grösse eines Opernglases für ein Auge hat. Statt des Objektivs ist ein sphärisches Glas von gleichmäfsiger Dicke eingesetzt, welches seine Krümmung nach aussen kehrt, und auf der Oberfläche zwei sich rechtwinklig kreuzende Mafsstäbe trägt. Als Okular dient eine halbe Linse, deren Schnittfläche mit einem der Mafsstäbe parallel liegt. Durch die freie Hälfte des Okulars sieht man die Objekte, über ihr Bild legt sich das durch die Halblinse der unteren Hälfte erzeugte Bild des Mafsstabes, wobei vorausgesetzt ist, dafs die Brennweite der Linse richtig eingestellt ist. Es ist hiernach leicht, einen Winkel zu messen, indem man das Fernrohr so dreht, dafs die beiden anvisirten Punkte auf den einen Mafsstab zu liegen kommen. Das Gesichtsfeld beträgt etwa 40°, ist der Winkel bedeutend gröfser, so mufs man ihn theilen, was durch einen wohl stets zu findenden vermittelnden Punkt geschehen kann.

Nimmt man eine willkürliche Theilung des sphärischen Glases, z. B. in Millimeter vor, so nimmt der Winkelwerth eines Theiles nach den Rändern etwas zu, was durch die Krümmung des Glases bedingt ist, welche wiederum dadurch nothwendig wird, dafs ohne dieselbe die vom Centrum entfernteren Theilstriche undeutlich abgebildet würden. Uebersteigt diese Zunahme den Fehler der Ablesung merklich, so mufs mit Hilfe eines anderweitig genau gemessenen Winkels, dessen Fixpunkte nach und nach durch die ganze Theilung verschoben werden, der Werth der Theilstriche bestimmt werden. Ebenso wird natürlich durch Ausziehen resp. Einschieben des Okulars der Werth des ganzen Mafsstabes geändert und würde auch diese Aenderung, wenn nöthig, in derselben Weise festgestellt werden können. Soret fand bei dem von ihm angewandten Instrumente diese Fehlerquellen innerhalb des wahrscheinlichen Ablesungsfehlers von $^1/_{10}{}^0$.

Man kann diesen kompendiösen Apparat auf zwei Arten benutzen, am häufigsten wohl mit einem Auge, wobei die durchschnittene Okularlinse nöthig ist; aber auch bei Anwendung beider Augen, indem das bewaffnete Auge die Theilung abliest, das freie das ferne Objekt anvisirt und dasselbe mit dem Bilde des Mafsstabes zur Koinzidenz bringt; bei einiger Uebung gelingt diese Uebereinanderlagerung der Bilder vollkommen. In diesem Falle mufs die Halblinse durch eine ganze Linse von gleicher Brennweite ersetzt werden. Nicht mit normalem Auge begabte Beobachter müssen das Okular ausserdem mit der nöthigen Korrektionslinse versehen, resp. der für Fernsicht nothwendigen Brille sich bedienen.

Der Apparat ist aufser zur Messung von Nebelringen, Gegensonnen, Ringen um Sonne und Mond, auch zur Messung von Sonnenhöhen geeignet, und dürfte ferner beim Entwerfen von Panoramen und für Aufnahmen von Architekturen nützliche Dienste leisten. Dr. Wagner.





E. Caspari, Cours d'Astronomie pratique. 2 vol. Paris. Gauthier-Villars, 1889.

Die astronomische Literatur hat in Beziehung auf die Lösung der Aufgaben der praktischen Astronomie, also namentlich in Bezug auf Zeit- und Ortsbestimmung, keinen Mangel an trefflichen Handbüchern. So ergänzen sich die bekannten Werke von Brünnow und Sawitsch*) in ausgezeichneter Weise und finden, wenigstens in Deutschland, eifriges Studium bei allen jenen, die den praktischen Problemen näher zu treten gezwungen sind. Die Bücher von Chauvenet, Melde u. a. bilden weitere instruktive Führer in Fragen über Details und bestimmter Richtungen. Bei aller Reichhaltigkeit dieser Literaturgattung kann indessen ein gutes Buch den Interessenten nur willkommen sein. Eine Durchsicht des vorliegenden Werkes von Caspari zeigt, dafs man in einer Anleitung zur praktischen Astronomie trotz des schon Vorhandenen immer noch ergänzend wirken und in einzelnen Theilen Neues bieten kann.

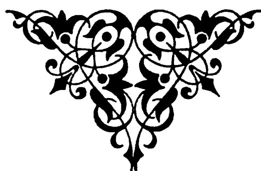
Der erste Theil des Casparischen Buches enthält die Hauptlehren der sphärischen Astronomie, die Theorie der Instrumente und der Chronometer. In Beziehung auf die ersteren beschränkt sich Caspari auf das Wesentlichste und Nöthigste. In dem Kapitel über die Instrumente steht Caspari dem Werke von Sawitsch, namentlich was die vielfältigen nützlichen Winke beim Gebrauch der Instrumente anbelangt, nach; deutsche Astronomen werden besonders die Abtheilung über das Universalinstrument vermissen, das bei Sawitsch eine so ausführliche Behandlung erfahren hat. Dagegen bringt Caspari einen Abschnitt über den Theodoliten (mit besonderer Darlegung der Korrektionen dieses Instruments) und eine höchst schätzenswerthe Abtheilung über astronomische Uhren. Während Sawitsch betreffs der letzteren sich auf das Nothwendigste über Aufstellung, Vergleichung der Uhren, Berechnung der Uhr-Korrektion für eine gegebene Zeit, auf die Ursachen der Veränderlichkeit des Ganges der Uhren, und auf die Berücksichtigung der Temperaturkorrektion, insgesamt auf 14 Seiten beschränkt, nimmt Caspari 50 Seiten in Anspruch. Bei den Ausführungen über diesen Gegenstand stützt sich der Verfasser auf seine vielfältigen eigenen Untersuchungen. — Der zweite Theil des Buches umfafst die Bestimmung der geogr. Breite, der Zeit und des Azimuthes; ferner die astronomischen Methoden zur Bestimmung der Längendifferenz der Meridiane. Letzterem Kapitel sind nur 83 Seiten gewidmet; die entsprechende vollständige Darstellung bei Sawitsch (264 Seiten), welche auch auf die speziellen Fragen über die Finsternisse, Sternbedeckungen u. s. w. besonders eingeht, wird wohl

*) „Lehrbuch der sphärischen Astronomie" und „Abrifs der prakt. Astronomie".

von den Meisten vorgezogen werden. Das „livre IV“ des zweiten Bandes bringt als „applications pratiques“ in zwei Kapiteln die Hauptaufgaben der nautischen Astronomie und praktischen Schifffahrt und eine Darstellung der Theorie der Beobachtungsfehler.

Ueber die Ausführung der einzelnen Materien läfst sich nur Befriedigendes sagen; Formeln hat der Verfasser nirgend mehr als zum sachlichen Verständnifs nothwendig sind; wo es angeht, greift er auch (mit Rücksicht auf seinen besonderen Leserkreis) zur graphischen Darstellung.

F. K. Ginzel.





(Im Interesse der geehrten Fragesteller sei der Redaktion folgende Bemerkung erlaubt: Da einerseits die Beantwortung einer Frage im Sprechsaal nur dann im nächsten Hefte erfolgen kann, wenn letztere bis spätestens zur Mitte des Monats in unseren Händen ist, und da wir es uns ferner wegen des geringen für diese Abtheilung der Zeitschrift uns zur Verfügung stehenden Raumes zum Prinzip gemacht haben, nur solche Antworten, welche für die gesamte Leserwelt von Interesse sein dürften, abzudrucken, so ergeht an alle Fragesteller hiermit die Bitte, stets ihren vollen Namen und Adresse angeben zu wollen, damit uns eine direkte briefliche Antwort für alle Fälle ermöglicht werde. Es ist durchaus falsch, sich irgend welcher Fragen auf einem wissenschaftlichen Gebiete zu schämen, in welchem man keine fachmännische Bildung genossen hat. Im Gegentheil halten wir das Auftauchen von Fragen mancherlei Art bei den Lesern für ein erfreuliches Zeichen eigenen Durchdenkens und Verarbeitens des in sich Aufgenommenen. Für den Fall einer Beantwortung im Sprechsaal verspricht gleichwohl die Redaktion, gewünschten Falls stets Diskretion zu bewahren.)

P. S. 24. Bezüglich ihrer Anfrage in betreff der Verschiebungen der Spektrallinien bei Bewegung der Lichtquelle theilen wir Ihnen mit, dafs Herr Dr. Scheiner auf Seite 199 (im vierten Hefte) unserer Zeitschrift die thatsächlichen Verhältnisse in voller Schärfe und Klarheit auseinandergesetzt hat. Sie werden daraus ersehen, dafs Sie sich bei Ihrer bisherigen Auffassung, nach welcher die dunklen Linien an ihrer festen Stelle verbleiben, während sich das Farbenspektrum dahinter verschiebe, im Irrthum befinden. Die dunkeln Linien sind vielmehr das Einzige, woran wir im Spektrometer eine Verschiebung bemerken und messen können, während das Spektrum unverschoben und unverändert bleibt. Allerdings erleidet jede Farbe eine Veränderung der Schwingungszahl und geht dadurch in eine Nachbarfarbe über; aber Sie bedachten nicht, dafs sie damit auch völlig an die Stelle jener anderen Farbe tritt, denn Farbe und Brechbarkeit können sich nur gleichzeitig in ganz entsprechender Weise verändern, so dafs einer Farbenänderung einer bestimmten Stelle auch eine Veränderung der Ablenkung durch das Prisma entspricht. Da nun nach einem physiologischen Gesetze unser Auge nur Strahlen als Licht empfinden kann, deren Schwingungszahl innerhalb gewisser Grenzen liegt, so wird bei der Verschiebung auf der einen Seite ein Theil des Spektrums für uns unsichtbar, während auf der anderen Seite sich das Farbenband zu seiner früheren Ausdehnung ergänzt. Das kontinuirliche Spektrum erscheint somit seiner Zusammensetzung und auch seiner Lage nach völlig unverändert, verschoben dagegen sind seine Unterbrechungen, die Fraunhoferschen Linien, weil sie in eine andere Farbe gerückt sind.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.

Beilage zu „Himmel und Erde“



A.

A. Erstes, B. letztes Viertel des Mondes, photographirt mit dem grofsen Refractor der Lick-Sternwarte, im Sommer 1888.



C.

C. Sonnencorona, photographirt während der totalen Sonnenfinsternifs am 1 Januar 1889 von Prof Barnard, Astronom der Lick-Sternwarte.



B.

Photogravure u. Druck [illegible] Berlin.



Die Lick-Sternwarte.

Vom Direktor derselben, Prof. **Edward S. Holden.**[1])

(Schlufs.)

Die Kraft unseres grofsen Refraktors offenbart sich am deutlichsten bei der Betrachtung von Nebelflecken. Die schwächeren Objekte dieser Art enthüllen uns, wenn man sie unter unseren vortrefflichen atmosphärischen Bedingungen studirt, neue und unerwartete Einzelheiten und die helleren Nebel zeigen eine so grosse Menge von Details, dafs es völlig unmöglich ist, sie durch irgend welche Zeichnungen abzubilden. In der That haben wir kaum einen Nebel gesehen, der nicht, so einfach er auch in anderen Fernrohren erscheinen mag, eine für die Wiedergabe durch Feder oder Bleistift zu complizirte Struktur gezeigt hätte. Für die physische Beschreibung dieser wundervollen Objekte scheint allein das Verfahren anwendbar zu sein, dafs man sie nebst den Sternen der nächsten Umgebung photographirt und dann als Ergänzung dieser autographischen Abbildung beschreibende Noten hinzufügt, wie sie ein sorgfältiges Studium durch das eigene Auge zu liefern vermag.

Unmöglich können wir mit Worten irgend welche Beschreibung geben von dem Aussehen z. B. der grofsen Nebel im Orion und der Andromeda, oder des Trifid-Nebels und anderer. Für die Beschreibung solch komplizirter Gebilde reicht unsere Sprache nicht aus. Das neue schöne von Mr. Roberts angefertigte Photogramm des Andromeda-Nebels[2]) zeigt vielleicht mehr Detail, als je mit

[1]) Aus dem englischen Originalmanuskript übersetzt von Dr. F. Koerber.

[2]) Dieses prächtige Photogramm ist im Februarheft der englischen Monatsschrift „The Observatory“ reproduzirt.

irgend einem der in unserem Besitze befindlichen Okulare gesehen werden könnte. Ein Kellnersches Okular von etwa 180 facher Vergröfserung würde wahrscheinlich ein genügend grofses Gesichtsfeld mit hinreichenden Kontrasten geben, um einen Augen-Kommentar zu dieser neuesten photographischen Errungenschaft zu ermöglichen.

Photographische Aufnahmen von Nebelflecken erfordern verhältnifsmäfsig lange Belichtungsdauer und wir sind bis jetzt noch nicht im stande gewesen, das grofse Teleskop dieser speziellen Aufgabe zu widmen. In den Zwischenpausen zwischen anderen Arbeiten sind jedoch schon viele von den wichtigeren Nebeln mit dem Auge sorgfältig studirt worden, wobei auch die Vertheilung der helleren und lichtschwächeren Partien, sowie die Lage der in den Nebeln vorkommenden Sterne durch Diagramme fixirt worden ist. Diese Diagramme haben wir mit den von anderen Beobachtern, namentlich von Wilhelm und John Herschel, Lord Rosse und Mr. Lassell zu verschiedenen Zeiten entworfenen und auch mit solchen, die ich selbst am 15-zölligen Refraktor der Washburn-Sternwarte und am 26-Zöller auf der Marinesternwarte in Washington gezeichnet, verglichen. Auf Grund dieser Prüfung und Vergleichung hat sich den Beobachtern nach und nach eine eigenthümliche Erkenntnifs aufgedrängt in Bezug auf die Richtung, welche künftige Beobachtungen der Nebelflecke werden einschlagen müssen.

Um diese Erkenntnifs auseinanderzusetzen, wollen wir die von Wilhelm Herschel eingeführte „Klasse" der planetarischen Nebel betrachten. Diese Nebel wurden als eine besondere Klasse unterschieden, weil sie für gewöhnliche Fernrohre eine kreisrunde oder elliptische Scheibe und überhaupt in gewissem Sinne ein planetenähnliches Aussehen zeigen, obgleich in vielen Fällen entweder der Umfang, oder die Mitte der Scheibe merklich heller ist, als die übrigen Theile, und obgleich auch ferner vielfach ein Centralstern oder Kern vorhanden ist, der diesen Nebeln eher ein kometarisches Aussehen verleiht. Betrachtet man diese Gebilde mit kleineren sechs- bis achtzölligen Instrumenten, so erhält man immer mehr den Eindruck einer allgemeinen Aehnlichkeit der verschiedenen Individuen dieser Klasse. Ihr Name scheint gut gewählt, jedes gleicht den übrigen. Wendet man jedoch immer gröfsere Oeffnungen an, so geht diese Aehnlichkeit immer mehr verloren, da neue Details durch die wachsende Kraft des angewandten Fernrohrs entwickelt werden. Eine für ein sechszölliges Fernrohr völlig undeutliche Zeichnung entfaltet sich oft klar im Zwölfzöller, und dieses Aussehen scheint, zum Theil weil es unge-

wöhnlich ist, diesen einen Nebel von allen anderen zu scheiden und ihn in eine besondere Klasse für sich zu rangiren. Ich hatte vermuthet, dafs bei der Anwendung unseres grofsen Refraktors ein ähnlicher Prozefs fortschreiten würde und dafs die grofse Zunahme der Lichtstärke so viele Einzelheiten in den Strukturen der Nebel enthüllen würde, dafs deren Differentiirung immer deutlicher werden und sich schliefslich Herschels „Klasse“ in eine Menge selbständiger Individuen auflösen würde.

Dies ist jedoch nicht der Fall und diese Wahrnehmung erscheint mir von Wichtigkeit und grofsem Interesse. Es ist allerdings zweifellos richtig, dafs jedes neue Objekt im grofsen Refraktor vielerlei neue Details zeigt; und diese Einzelheiten sind oft so komplizirt, mannigfaltig und wunderbar, dafs man gezwungen ist, den fraglichen Nebel von vielen, ja von den meisten übrigen zu trennen, die Herschel früher mit ihm in eine Klasse stellte. Aber wir haben jetzt schon eine genügende Zahl solcher Gebilde beobachtet, um doch Aehnlichkeiten und Analogien in diesen neuen Gestaltungen aufzufinden, auf Grund derer sie sich wahrscheinlich dennoch bis zu einem gewissen Grade wieder zu neuen Gruppen werden vereinigen lassen.

Ein bestimmter Nebel, welcher einer Reihe anderer sehr ähnelt, wenn man alle mit verhältnifsmäfsig geringen Oeffnungen betrachtet, unterscheidet sich wesentlich von jedem einzelnen dieser Gruppe, wenn wir ihn hier sehen. Der Unterschied rührt so zu sagen von gewissen besonderen Anordnungen der nebligen Masse her. Wenn wir jetzt aber einen zweiten Nebelfleck, der nicht zu jener ersten Gruppe gehörte, einstellen, so finden wir diesen wieder völlig verschieden von allen früher mit ihm zusammengestellten Nebeln und es unterscheiden ihn oft genau dieselben eigenthümlichen Besonderheiten, welche uns den erstbetrachteten in eine von seinen früheren Genossen getrennte Klasse setzen liefsen. Diese beiden Nebel werden daher von nun an zusammengestellt werden müssen und wir haben jetzt einen neuen Eintheilungsgrund in den Analogien, welche erst die Kraft des grofsen Refraktors enthüllt hat, der, wenigstens in vielen Fällen, im stande zu sein scheint, das Gesetz erkennen zu lassen, nach welchem sich die neuen Einzelheiten entwickelt haben. Es dürfte sonach thatsächlich eine gewisse Anzahl von Nebeltypen existiren, deren einige uns die gesteigerte optische Kraft jetzt vorläufig offenbart hat.

Beispielsweise scheinen der Ringnebel in der Leyer und der Nebel No. 2017 in Herschels Generalkatalog (G. C. 2017) elliptische Nebel vom gleichen Typus zu sein, obgleich der letztere sehr wahr-

scheinlich ganz bedeutend weiter von uns entfernt ist, wie sich aus Lassells Beobachtungen auf Malta ergeben hat. Die Nebel 1 H. IV Aquarii und G. C. 4964 ferner gleichen sich ungemein in ihren inneren ovalen Ringen, welche sich bei beiden in ganz ähnlicher Weise vom Mittelpunkte aus krümmen und mit einander verflechten. G. C. 4627 und G. C. 4572 zeigen ebenfalls eine aufsergewöhnliche Aehnlichkeit, und im Grunde ist der letztere Nebel ein Miniaturbild des bekannten Dumb-bell-Nebels. G. C. 600 und G. C. 604 endlich sind fast Kopien von einander, und solcher Beispiele liefsen sich noch viele anführen. Unter all diesen Gruppen, die nicht umfassend genug sind, um besondere Namen zu verdienen, welche aber doch thatsächlich wahre Typen zu repräsentiren scheinen, giebt es eine, die wir für eine neue, besondere Klasse halten. Wir haben für diese Klasse bis jetzt allerdings erst einen Repräsentanten gefunden, nämlich 37 H. IV Draconis, indessen mehrere der oben genannten Nebelflecke ähneln ihm in hohem Mafse.

Die beiden Herschel haben den Grund zur Erkenntnifs der Nebelflecke gelegt. Sie waren nicht blofs emsige Beobachter auf diesem vor ihnen fast ganz vernachlässigten Gebiete (jeder hat etwa 2000 neue Nebel entdeckt), sondern sie dachten auch tief über die Natur dieser fremdartigen Weltkörper nach, sie suchten eifrigst irgend einen leitenden Gedanken zur sicheren Grundlage der Klassifikation, um so auch eine Ahnung von den Gesetzen ihrer Struktur zu gewinnen. Den Namen „planetarische Nebel“ verdanken wir dem älteren Herschel, der 79 Nebelflecke zu dieser Klasse zählte.

John Herschel (der jüngere) versuchte dann in seinem grofsen Werke über die Nebelflecke (gedruckt 1833) eine Stufenfolge von Übergängen nachzuweisen, indem er in Abbildungen zunächst eine gleichförmig helle, planetarische oder kometarische Scheibe zeigt, dann ein allmähliches Anwachsen der centralen Helligkeit, bis Nebel mit deutlichem centralem Kern erreicht sind. Nun konnte er wieder andere Objekte der gleichen Reihe aussondern, bei denen der Kern sich heller und heller gestaltet, bis schliefslich vollends der Typus erreicht wurde, wo der neblige Kern zu einem wirklichen Stern geworden ist, der Typus der Nebelsterne. Aus der ungeheuren Zahl von Nebeln, die den beiden Herschel bekannt waren, war er im stande, eine Anzahl auszuwählen, die sich völlig den eben geschilderten Zeichnungen anschlofs.

Eben so leicht war es auch möglich, eine andere Reihe von Nebeln auszusondern, welche mit derselben schwachen, kometarischen Scheibe anhebt, bei der aber jedes weitere Beispiel einem anderen deutlichen Typus einen Schritt näher kommt, dessen charakteristische

Eigenschaft durch die nach dem Umfange zunehmende Helligkeit bei dunkler Mitte gegeben ist, den Ring-Nebeln. Der Nebel in der Leyer ist das beste Beispiel für diese Gattung. Diese Art von planetarischen Nebeln ist gewöhnlich nicht kreisrund, sondern elliptisch; aber es ist sicher, dafs sie durch Centralkräfte gebildet wurden und zwar durch nach dem Mittelpunkte hin gerichtete. Die kugelförmigen Sternhaufen zeigen ein ähnliches Gesetz. Die Begründung der Annahme von Centralkräften bei der Bildung der in Rede stehenden Nebel wird noch sehr unterstützt, wenn man nicht lediglich die Vertheilung des Nebelstoffes, sondern auch die Stellung der gewöhnlich zu ihnen gehörigen Sterne berücksichtigt. Diese Sterne finden sich meist an kritischen Punkten, z. B. an den Enden der Axen, rings an dem inneren Ringrande vertheilt, umgeben von helleren Nebelbüscheln, u. s. w.



1 H. IV Aquarii. Diagramm von G. C. 4572. 37 H. IV Draconis.

Die beiden Herschel konnten in ihrer Klassifizirung kaum weiter gehen, als bis zu diesem Punkte, da es damals erst wenige genaue Zeichnungen gab. Ein sehr dankbares Forschungsfeld wird aber jetzt eröffnet durch die herrlichen Erfolge der Nebelphotographie, welche Common, von Gothard und Roberts errungen haben. Sicherlich wird eine Neuordnung, die sich auf die jetzt gewonnenen Daten stützt, zu neuen Einsichten in die Gesetze führen, nach denen sich die Nebelflecke entwickelt haben. Die Entdeckung der Spiralnebel durch Lord Rosse war ein grofser Schritt vorwärts und ist der Schlüssel zu vielen fremdartigen Erscheinungen geworden.

Vermuthlich ist einer der von uns beobachteten Nebelflecke von noch komplizirterem Gefüge, sofern dieses Objekt (37 H. IV Draconis) dem Auge nicht blofs als ebene Spirale, sondern als dreidimensionale Schraubenlinie erscheint. Die Frage nach der wirklichen Anordnung der einzelnen Nebeltheile im Raume ist zwar nur schwer definitiv zu beantworten, aber das blofse Aussehen dieses Nebels beweist, dafs er eine wichtige Ergänzung zu den uns schon bekannten Klassen liefert.

Wie schon oben hervorgehoben, haben wir bei fast jedem auf der Lick-Sternwarte beobachteten Nebel eine Menge neuer Detailzeichnung gefunden, welche ihn völlig von den bei Herschel mit

ihm vereinigten Nebeln absondert. Gleichwohl erheischen diese spezifischen Verschiedenheiten nicht den Schlufs, dafs darum jedes dieser Objekte in eine besondere Unterklasse gesetzt werden müfste. Die Analogien, welche diese neuerdings gesehenen spezifischen Unterschiede erkennen lassen, berechtigen vielmehr zu der Annahme, dafs eine verhältnifsmäfsig kleine Anzahl neuer Unterklassen genügen wird. Jede solche Unterklasse mufs umfassend genug sein, um alle diejenigen Nebel in sich zu schliefsen, welche wesentliche, spezifische Aehnlichkeiten darbieten, und andererseits genügend begrenzt, um solche Nebel auszuschliefsen, deren Einzelheiten eine andere Struktur verrathen. Obgleich wir während der wenigen, kurzen Monate, die seit der Vollendung unserer Sternwarte verflossen, noch nicht im stande gewesen sind, eine ausgedehnte Nebeldurchmusterung vorzunehmen, so glauben wir doch genug gesehen zu haben, um behaupten zu können, dafs die Anzahl solcher Unterklassen wahrscheinlich eine kleine ist. Für fast jede Form, sei sie auch noch so bizarr, läfst sich ein anderer Nebel finden, der die gleiche oder doch eine sehr ähnliche Zeichnung besitzt.

Wie es scheint, sind die planetarischen Nebel gerade in ihren Einzelheiten nach bestimmten Typen gebaut, deren Zahl eine geringe ist. Jeder dieser Typen läfst deutlich die Wirkung centraler Kräfte erkennen. Sind alle diese Centralkräfte dieselben? Sind sie in Wahrheit nur verschiedene Manifestationen der einen Urkraft, die wir Gravitation nennen? Oder giebt es vielleicht im Gegentheil mehrere, ja viele Arten von Centralkräften, die im Weltraum wirken? Auf welchem von diesen zwei Wegen sollen wir eine Erklärung des allgemeinen Vorkommens typischer Formen bei den Nebelflecken suchen?

Schon die Thatsache allein, dafs wir jetzt unmittelbar vor solche Probleme gestellt werden, bedeutet nach meiner Ansicht einen wichtigen Schritt vorwärts auf diesem Zweige der Astronomie. Unmöglich können wir wissen, ob solche Fragen, wie diese, schon heut oder morgen ihre Beantwortung finden werden, aber ich glaube doch, dafs uns sicherlich die verhältnifsmäfsig wenigen Beobachtungen, welche bis jetzt auf der Lick-Sternwarte angestellt wurden, in den Stand gesetzt haben, die Fragen wenigstens mit einer bisher völlig unerreichbaren Bestimmtheit zu formuliren. Wir können heut unseren Blick schon hinausschweifen lassen in Zeiten, da man die so komplizirten Strukturen des Orion-, Omega- oder des Trifid-Nebels wird erklären können. Freilich wird dies nicht eher möglich sein, als bis wir erst die einfacheren Formen völlig verstehen. Gewifs ist es nicht über-

trieben zu hoffen, dafs die planetarischen Nebel eines Tages den Schlüssel zu diesen Geheimnissen liefern werden.

Der überaus klare Himmel auf Mt. Hamilton hat es Herrn Barnard erlaubt, die Beobachtungen schwacher Kometen noch weit länger fortzusetzen, als es irgendwo anders möglich war. So datirt z. B. die letzte uns bekannt gewordene auswärtige Beobachtung des Olbersschen Kometen vom 15. März 1888, während Herr Barnard denselben noch am 6. Juli desselben Jahres zum letzten Mal beobachtete. Fayes Komet wird noch gegenwärtig (28. Januar 1889) beständig verfolgt, während er, so viel ich weifs, sonst vom August bis Dezember nirgends beobachtet worden ist. Ferner sind hier zwei Kometen von Herrn Barnard entdeckt worden, und zwar am 2. September und 30. Oktober vergangenen Jahres.

Täglich wird zu Mittag von der Normaluhr unserer Sternwarte aus ein Zeitsignal nach allen Eisenbahnlinien der pacifischen Staaten abgegeben, nördlich bis Portland Oregon und in östlicher Richtung bis El Paso und Ogden in Utah. Auf diese Weise wird unsere Normalzeit über mehrere Tausend Meilen Schienenweg verbreitet. Ganz besonders nützlich erwies sich dieser Zeitdienst bei der Sonnenfinsternifs am 1. Januar 1889.

Die geographische Lage unseres Observatoriums ist von den Offizieren der „U. S. Coast and Geodetik Survey" durch Visirung von mehreren ihrer in der Umgebung liegenden geodätischen Stationen aus bestimmt worden, und aufserdem auch mittelst telegraphischer Längenbestimmung im vorigen Sommer. Die Breite ihrer Station haben die genannten Offiziere nach Talcotts Methode ermittelt. Diese Bestimmung soll jedoch noch mit unserem eigenen Zenithfernrohr wiederholt werden, und die Breite wird dann auch im ersten Vertikal und mit dem Meridiankreis ermittelt werden. Die Intensität der Schwere ist von Offizieren der „Coast Survey" bestimmt worden, und Studenten der Universität von Kalifornien haben zwei Nivellements von San José bis zum Gipfel unseres Berges ausgeführt.

Zu einer meteorologischen Station war unsere Sternwarte ursprünglich nicht bestimmt. Ihre exceptionelle Lage legt uns aber doch die Pflicht auf, eine regelmäfsige Reihe meteorologischer Beobachtungen anzustellen und werden die Instrumente täglich um 7 Uhr Vm., 2 Uhr Nm. und 9 Uhr Ab. abgelesen. — Die Konstanten der Meridianinstrumente sind öfter gestört worden durch leichte Erdbeben, wie sie in Kalifornien häufig sind. Ich habe darum einen Satz von Seismometern nach

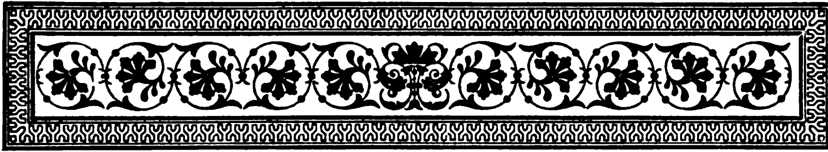
Ewings System aufgestellt, welche alle Erschütterungen aufzeichnen. In Verbindung mit dieser Einrichtung hat eine Anzahl von wissenschaftlichen Liebhabern in Kalifornien und Nevada ebensolche Instrumente erworben und aufgestellt, deren Angaben uns regelmäfsig mitgetheilt werden. Hierdurch leistet sonach unsere Sternwarte auch der seismometrischen Forschung einen Dienst. — Unser Ehrgeiz hat darin bestanden, durchaus alles zu erstreben, was bis jetzt überhaupt erreicht worden ist, und dabei den Sinn des trefflichen Ausspruchs des seeligen Argelander zu erfüllen, dafs das Erreichbare in der Astronomie gar oft verfehlt worden ist infolge falsch geleiteter Strebungen nach dem Unerreichbaren.

In dieser voranstehenden kurzen Übersicht über die Arbeiten der Lick-Sternwarte konnte ich nur über einige wichtige Beobachtungsreihen berichten. Es möge aber auch noch daran erinnert werden, dafs bis jetzt unsere Arbeit häufig unterbrochen worden ist durch die Anwesenheit von Mechanikern, welche mit der Vervollständigung unserer Ausrüstung beschäftigt waren, ferner durch die Nothwendigkeit, die Pläne hierfür auszusinnen und endlich durch die wichtige Fürsorge für die Herbeischaffung von Lebensmitteln und Materialien in die Vorrathskammern für den kommenden Winter. In mehrere wichtige Arbeitsfelder, wie die Sternphotographie und Spektroskopie, sind wir bis jetzt noch kaum eingetreten, obgleich wir beabsichtigen, diese Arbeiten in der nächsten Zukunft ernstlich aufzunehmen.

Aus allem Obigen ist ersichtlich, dafs die Stiftung des Mr. Lick der Welt ein astronomisches Institut allerersten Ranges geschenkt hat, das mit Instrumenten von höchster Vollendung ausgerüstet und in einer ausnahmsweise günstigen Lage gelegen ist.

Unter der Voraussetzung von Intelligenz und Pflichttreue auf Seiten der Beobachter, denen diese herrlichen Instrumente anvertraut worden sind, ist man berechtigt, von diesem neuesten Zuwachs der Familie der Riesenfernrohre wesentliche Förderung der astronomischen Wissenschaft zu erwarten.





Die norwegische Nordmeer-Expedition.

Von **Prof. Dr. H. Mohn,**
Direktor des Norwegischen Meteorologischen Instituts in Christiania.*)

(Fortsetzung.)

Nach dem im vorigen Hefte geschilderten ersten und letzten Besuche auf Jan Mayen begann der nächste Tag ruhig; als wir aber um die Mittagszeit ins Boot steigen wollten, um ans Land zu fahren, erhob sich ein Nordwestwind, der so viel See gegen das Ufer setzte, dafs sich eine Landbesteigung nicht ohne Gefahr unternehmen liefs. Wir lichteten daher die Anker und dampften nordwärts, um die andere Seite der Insel zu erreichen. Während des ersten Theiles der Tour zeigte sich der Beerenberg in kurzen Zwischenräumen durch vorüberziehende Wolkenmassen. Es war ein erhabener Anblick, der jeder Beschreibung spottet. Das riesenhafte Gebirge mit seinen reinen, weifsen Schneemassen schien in der Luft zu schweben in erhabener Majestät, hoch und hehr, wie eine Offenbarung der reinen Wahrheit — ein Augenblick und der Vorhang wurde wieder vorgezogen; nur das Unterland blieb während unserer Rundfahrt um die Insel sichtbar. Unterwegs wurden beständig Messungen mit dem Kompass und Sextanten zu Bestimmungen für die Kartenaufnahme der Insel angestellt und Skizzen von der Küste aufgenommen.

Drei grofse Gletscher, welche in früheren Beschreibungen nicht erwähnt und in älteren Karten nicht aufgeführt sind, wurden auf der Nordseite der Insel entdeckt. Sie kamen vom Beerenberg herunter und gingen alle mit einer hohen, steilen, zerklüfteten Wand gerade ins Meer. Die fünf jähen Gletscher auf der Ostseite wurden in die Karte eingezeichnet, die Eierinsel passirt und spät am Abend, aufserhalb der grofsen Südlagune, in der Treibholzbucht geankert.

---

*) Aus dem norwegischen Original-Manuskripte übersetzt von F. S. Archenhold und revidirt vom Verfasser.

Am folgenden Tage trat die Sonne hervor, doch nur auf kurze Augenblicke, und der Nebel verhüllte fast ununterbrochen den Horizont. Die Wellen, welche von Osten gegen den Strand anrollten, liefsen einen Versuch zur Landbesteigung wenig rathsam erscheinen. Die Sonne mufste deshalb vom Schiffe aus beobachtet werden. Vier Beobachter und drei Sextanten waren in voller Thätigkeit, um die Sonnenhöhen in den kurzen Augenblicken, in denen sowohl die Sonne wie der Horizont sichtbar waren, aufzunehmen. Die Berechnung dieser Beobachtungen liefs uns den Grund erkennen, weshalb wir früher so weit nach Westen segeln mufsten, um Jan Mayen zu finden. Die Insel lag nämlich auf den alten Karten ganze 10 Seemeilen weiter nach Osten als in Wirklichkeit. Nachmittags ruderten wir in zwei Booten, um die Landesersteigung zu versuchen. Aber leider gingen die Wellen zu hoch. Man konnte wohl ans Land kommen, aber nicht ohne durchnäfste Kleider, und ein solches Bad bei einer Lufttemperatur von 5 Grad schien nicht gerade rathsam. Wir ruderten dann nach der Eierinsel. Hier sahen wir, wie lose die Asche lag, aus welcher der Krater der Eierinsel gebildet war; Bergsturz auf Bergsturz schofs die schroffen Wände hinunter. Ein Schufs scheuchte einen ganzen Vogelschwarm auf; wir machten aber die Beobachtung, dafs Jan Mayens Vogelberge sich nicht an Vogelreichthum mit den norwegischen messen können. Durch Messungen mit dem Sextanten bestimmten wir die Lage unseres Ankerplatzes in Beziehung zum Vogelberg, dessen Spitze sich über der Landzunge zeigte. Die so gefundene Breite und Länge des Vogelberges erwiesen sich später nach den genauen astronomischen Beobachtungen der Oesterreicher bis auf einige wenige Sekunden richtig.

Auch am folgenden Tag bot sich uns keine Gelegenheit ans Land zu kommen. Wir lichteten die Anker und rückten gegen Süden vor. Interessante Beute belohnte unsere Lothungen und Arbeiten mit dem Schleppnetz. An diesem Tage hatten wir die grofse Freude, den Beerenberg ganz klar vom Fufs bis zur Spitze zu sehen und zwar viele Stunden hintereinander. Unser Bild*) ist nach Messungen gezeichnet, die ich von einer unserer Lothstationen aus gemacht habe, und giebt die richtigen Böschungen. Draufsen auf der See trafen uns die heftigen Wirbelwinde, von denen Scoresby spricht. Die Geschwindigkeit des Windes stieg bis auf 15 m in der Sekunde. In den Böen sahen wir die Eierinsel rauchen, in Staub gehüllt, so dafs das Ganze

*) Siehe Heft 8, Seite 459.

das Aussehen eines vulkanischen Ausbruches hatte, aber nach unsern, Tags zuvor an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen wussten wir, dafs es das Rutschen der losen, feinen Asche war, die der Wirbelwind in die Höhe führte. Der Abend fand uns in der Treibholzbucht vor Anker.

Am folgenden Tage, am 2. August, lichteten wir wieder die Anker und dampften nordwärts, um Lothungen vorzunehmen. Schon in einem Abstand von $1 \frac{1}{2}$ Meilen von der Nordspitze von Jan Mayen fanden wir eine Tiefe von 1900 m. Das bewies, dafs die Böschung



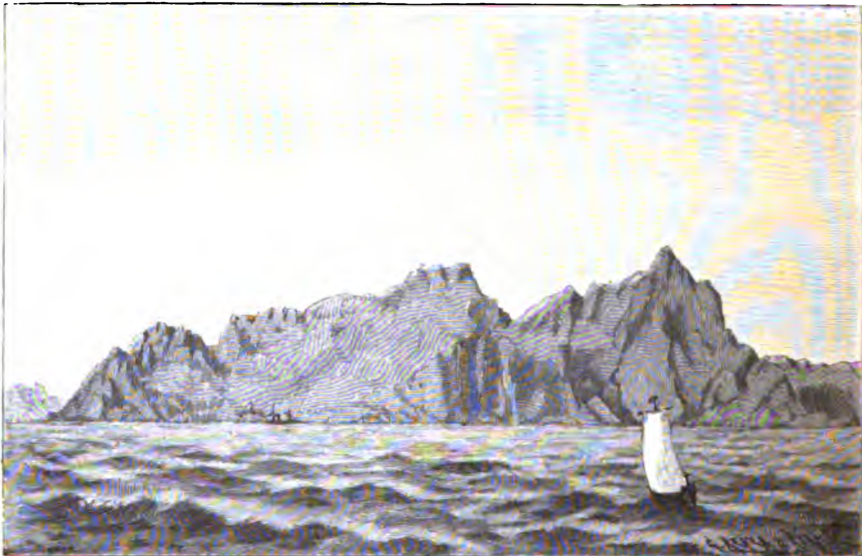
Südwest-Cap auf Jan Mayen und die sieben Klippen.

des Beerenberges gegen Nordost sich unter der Meeresoberfläche mit derselben Senkung fortsetzt, wie zwischen dieser und dem obersten Aschenkegel. Da die Höhe des Beerenberges, nach den Bestimmungen der Oesterreicher, 2545 m beträgt — beinahe ebenso viel wie die der höchsten norwegischen Gebirge — so hat hier, auf der äufsersten Ecke gegen Nordost, die vulkanische Thätigkeit einen Kegel von rund 4450 m Höhe von dem Meeresboden ab gerechnet, aufgebaut. Und jetzt ist dieser Kegel, der einen Krater von 1330 m Breite trägt, mit einem Mantel von Schnee und Eis bedeckt, der über 1800 m vom Gipfel herabragt — in Wahrheit, ein prachtvolles Monument.

Inzwischen hatte der Nebel Jan Mayen wieder für unsere Blicke verhüllt, so dafs wir den Beerenberg von der Nordseite aus, wo sein Krater offen ist, leider nicht sehen konnten. Wir steuerten gegen

Nordwest, lotheten bis 2000 m, erblickten kein Eis, hatten in der Luft des Nachts beinahe 0° und kehrten zu Jan Mayens Nordküste zurück; sahen aber nur wenig bei dem anhaltenden Nebel. Am andern Tage Vormittags dampften wir die Westküste entlang; das Letzte, was wir von der Insel sahen, war ihre Südspitze mit den interessanten Kratern, den sieben Klippen und dem Südwestkap mit seinem Thor, durch welches die See geht.

Am folgenden Tage konnten wir feststellen, dafs zwischen dem vulkanischen Island und dem vulkanischen Jan Mayen keine unterseeische Brücke vorhanden ist, aber eine Rinne von über 2000 m



Partie von der Lofot-Wand. Vaagkallen.

Tiefe. Auf der Heimreise nach Norwegen fanden wir unsere gröfste Tiefe, 3667 m, im Südosten von Jan Mayen. Unser Eintritt in die norwegischen Scheeren geschah durch den berüchtigten Malstrom, der jedoch bei weitem nicht seinem früheren Rufe entsprach; am 10. August Morgens hatten wir ihn passirt. Nach einigen Untersuchungen im Westfjord, bei denen ich das Bild von der Lofotenwand zeichnete, gingen wir nach Bodö und von dort zum Skjerstafjord, der durch den noch berühmteren Strom Nordlands, den Saltstrom, ausmündet. Aber auch dieser zeigte sich nicht in seiner ungestümen Phase. Am 23. August ankerte „Vöringen“ in Bergen.

Während des letzten Sommers, den die Expedition auf Reisen zubrachte, 1878, wurden noch mehr Arbeiten als in den vorher-

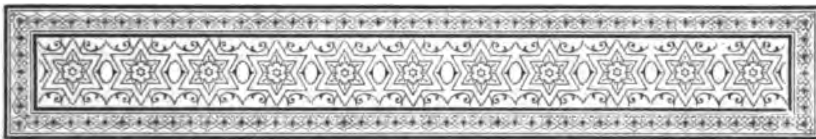
gehenden ausgeführt. Es konnte systematischer als früher gearbeitet werden. Die Theile des Nordmeeres, in denen wir 1878 arbeiteten, waren theilweise schon früher aufgelothet, namentlich von den schwedischen Expeditionen. Mit dieser Vorkenntnifs der Tiefen und unsern vorjährigen Erfahrungen über die zum Lothen und Schleppnetzarbeiten für verschiedene Tiefen nöthige Zeit, konnte ich eine vollständige Route für die drei im Jahre 1878 zu machenden Touren aufstellen. Diese Route hielten wir beinahe auf den Tag ein. Stürmisches Wetter machte allerdings theilweise Veränderungen, Aufschiebungen und Auslassungen nothwendig. Ein wesentliches Moment zur stetigen Förderung unserer Arbeiten war der Umstand, dafs wir während 3 Monaten die Sonne Tag und Nacht über dem Horizont hatten.

Am 15. Juni verliefs „Vöringen“ Bergen. Am 19. wurde eine Temperaturreihe im Westfjord, an der tiefsten Stelle, aufgenommen. Hierbei wurden die neuen Tiefwasser-Thermometer von Negretti und Zambra geprüft, die später fast ausschliefslich zu diesem Zwecke benutzt wurden. Am 20. passirten wir Tromsö, wo ein alter Eismeerfahrer als Lootse an Bord genommen wurde. Am 21. wurde im Altenfjord gearbeitet, und am 22. erreichte die Expedition Hammerfest. Nachdem im Porsangerfjord und im Tanafjord Lothungen ausgeführt und Baggerungen gemacht waren, kam die Expedition am 25. Abends bis Vardö. Hier wurden am nächsten Tage astronomische und magnetische Beobachtungen gemacht. Die ersteren haben mich zu einer genauen Bestimmung der Breite und Länge des Ortes geführt, wo der österreichische Astronom Pater Hell den Venusvorübergang vor der Sonnenscheibe am 3. Juni 1769 beobachtet hat, eine Beobachtung von hervorragender Bedeutung für die Bestimmung des Abstandes der Erde von der Sonne.

Morgens am 27. Juni verliefsen wir Vardö und begannen unsere Untersuchungen auf dem Meere. Der Weg ging zuerst nordöstlich, aber schon in der nächsten Nacht erhob sich ein gewaltiger Sturm, der unseren Tiefseearbeiten ein Ende bereitete und uns zwang, mit dem Bug gegen die See unthätig zu liegen. Nach Verlauf von 24 Stunden konnten jedoch die Arbeiten wieder aufgenommen werden, indem wir erst nördlich und dann westlich gingen. Wir fanden 0^0 am Meeresboden und hatten inzwischen Schneeregen. Als wir uns dem Beeren-Eiland näherten, kam Treibeis in Sicht. Am 4. Juli Morgens waren wir an der Südostseite der genannten Insel angelangt. Das Wetter war ausgezeichnet geworden, das Meer ruhig und die Luft ganz klar. Die Nebel, welche Morgens über Beeren-Eilands

Felsgipfel lagerten, schwanden nach und nach vor den Strahlen der Sonne. Somit stand einem Rundgang auf der Insel nichts im Wege. Zu einer Untersuchung der Insel in wissenschaftlichem Sinne hatte unsere langsame Fahrt durch das Barentz-Meer keine Zeit übrig gelassen. Es war inzwischen eine andere That, die wir nicht unterlassen wollten, auszuführen, nämlich eine Post an die holländische Polarexpedition zu überbringen. Diese Expedition, welche mit dem Segelschooner „Willem Barentz" nach Jan Mayen, Spitzbergen und Nowaja Semlja reisen sollte, wollte auf der Reise zu dem letztgenannten Land in Beeren-Eiland anlaufen und hier Briefe und Botschaft niederlegen. An die Theilnehmer derselben waren eine Menge Briefe und Zeitungen durch unsere Offiziere von Holland nach Bergen gesandt, und diese Post wollten wir nach Beeren-Eiland ans Land bringen. Die Postsachen wurden in einen Blechkasten gelegt, der, zugelöthet, in einen starken hölzernen Kasten mit der Aufschrift „Willem Barentz" versenkt wurde. Von dem holländischen Konsul in Bergen war uns die Stelle angegeben, wo die Holländer ihre Post niederlegen wollten. Diese Stelle fanden wir bald. Wir warfen draufsen auf dem Meere Anker und ruderten in zwei Booten ans Land. Die Post wurde in eine Vertiefung gelegt, zugedeckt, und die Stelle durch eine Flagge bezeichnet, deren Stange die Inschrift trug „Vöringen an Willem Barentz". Die Stelle lag auf der südöstlichen Seite der Insel, dicht bei einem dort stehenden, sehr verfallenen Haus, Russenhaus genannt, in welchem früher einmal eine Partie Russen überwintert haben. Wir erreichten die Stelle, indem wir durch ein Felsthor ruderten, das von Nordenskjöld, der diesen Ort 1868 besucht hatte, Bürgermeisterthor benannt wurde nach den vielen Bürgermeistermöven, die hier ihre Brutplätze haben. Ich unternahm eine kurze Wanderung über die Insel. Der Boden bestand aus lauter verwittertem Gestein, einer reinen Verwitterungshaut, die dem niedrigen Land in der Ferne ein ganz „grau-kahles" Aussehen gab. Der südöstliche Theil von Beeren-Eiland trägt zwei ziemlich hohe Berge, von welchen der östliche „Mont Misery" oder „Berg des Elends" genannt, nach meinen Messungen seinen Gipfel 544 m über Meer erhebt. Mit einer Ausbeute an Seevögeln und Stein-Handstücken kehrten wir an Bord zurück, um Nachmittags die Anker zu lichten und unsere Tiefseeuntersuchungen auf der Strecke zwischen Beeren-Eiland und Nordkap fortzusetzen.

(Fortsetzung folgt.)



Neuere Theorieen der Luft- und Gewitter-Elektricität.

Von Professor **L. Sohncke** in **München**.

(Fortsetzung.)

Betrachten wir zunächst rückblickend noch einmal, was bisher gewonnen ist. Durch die mitgetheilten Versuche, welche sich sämtlich auf hochverdünnte Luft beziehen, ist erwiesen, dafs solche Luft, wenn sie von geeigneten Strahlen (z. B. des elektrischen Funkens) getroffen wird, scheinbar elektrisches Leitungsvermögen erlangt. Dafs letzterer Vorgang als ein elektrolytischer aufzufassen sei, ist indefs nur eine Ansicht, welche bisher nicht bewiesen ist und von vorneherein auch keine besondere Wahrscheinlichkeit für sich hat. Aufser anderen Gründen sprechen gegen diese Ansicht, wie die Herren E. Wiedemann und Ebert hervorheben, z. B. auch gewisse, hier nicht näher zu beschreibende Spektralerscheinungen, welche von Geifslerschen, mit Quecksilberhaloiden erfüllten Röhren beim Stromdurchgange dargeboten werden.

In den bisher betrachteten Versuchen erscheint der Vorgang zunächst als wahre Elektrizitätsleitung. Aber es wird sich zeigen, dafs diese Vorstellung nicht festgehalten werden kann, sondern einer anderen Auffassung weichen mufs. Das erhellt namentlich aus der grofsen Zahl von Versuchen, welche bei gewöhnlichem Atmosphärendruck angestellt worden sind. Dieselben gewähren überhaupt eine wesentliche Vervollständigung und Berichtigung unserer bisher gewonnenen Anschauungen, und das um so mehr, als die Versuche in hochverdünnter Luft ja doch keine unmittelbare Anwendung auf die elektrischen Vorgänge in der freien Atmosphäre zulassen.

An erster Stelle nimmt hier folgende Hertzsche Entdeckung unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Wenn zwischen zwei kleinen Kugeln, die mit den Polen eines Induktionsapparats leitend verbunden sind, während der Apparat im Gange ist, Funken überspringen, und

wenn man nun die Funkenstrecke vergröfsert, bis der Funkenübergang eben aufhört, so treten die Funken regelmässig wieder auf, so oft die Funkenstrecke von den Strahlen getroffen wird, die ein anderer elektrischer Funke aussendet. Hr. Hertz hat den strengen Beweis geführt, dafs hier keine elektrische Einwirkung vorliegt, sondern dafs die Erscheinung lediglich der Bestrahlung zugeschrieben werden mufs, denn einen fast ebenso fördernden Einflufs auf den Funkenübergang, wie ihn ein elektrischer Funke ausübt, bethätigte u. A. auch Magnesiumlicht, in schwächerem Grade Drummondsches Kalklicht, Kerzenlicht, die Heizflamme eines Bunsenschen Brenners, während glühender Natriumdampf und einige andere Lichtquellen ganz einflufslos blieben. Am stärksten wirkten die Strahlen einer elektrischen Bogenlampe.

Aus der verschiedenen Stärke des Einflusses verschiedener Lichtquellen folgt schon, dafs nicht allen Arten von Strahlen diese Wirkung zukommt. Denselben Schlufs zieht man aus der Thatsache, dafs die wirkenden Strahlen durch verschiedene Substanzen eine sehr verschiedene Absorption erleiden. Ganz undurchlässig zeigten sich Metalle, Glas, Glimmer; vorzüglich durchlässig dagegen Quarz, Gyps, auch Wasser. Durch Zerlegung des von einer wirksamen Lichtquelle ausgesandten Lichts in sein Spektrum ermittelte Herr Hertz,[8]) dafs die wirksamen Strahlen weit jenseits des sichtbaren Spektralbereichs an der äufsersten Grenze des bisher bekannten Spektrums im Ultraviolett liegen.

Am wichtigsten für unsere Untersuchung ist nun aber die Beobachtung, dafs keineswegs die ganze Bahn des Funkens dieser Einwirkung unterliegt. Beschattet man die ganze zu beeinflussende Funkenstrecke mit Ausnahme der Stellen der Kugeln, welche den Ausgangs- oder Endpunkt der Funken bilden, so beeinträchtigt das die Wirkung gar nicht; die ankommenden Strahlen befördern das Zustandekommen der Induktionsfunken ebenso, als hätten sie die ganze Funkenbahn getroffen. Aber die Beschattung der Kathode, d. h. der Austrittsstelle an der negativen Kugel, hebt die fördernde Wirkung auf. Ob die Wirkung ausschliefslich oder nur zum gröfsten Theil an der Kathode stattfindet, hat Herr Hertz noch unausgemacht gelassen. Hier treten aber Beobachtungen der Herren E. Wiedemann und Ebert ein, welche zeigen, dafs Bestrahlung der positiven Elektrode sowohl, als

[8]) H. Hertz: Ueber einen Einflufs des ultravioletten Lichts auf die elektrische Entladung. Wiedemanns Annalen d. Phys. und Chemie. 31. 1887. S. 983.

der ganzen freien Funkenstrecke ohne jeden Einflufs ist, wenn man nur dafür gesorgt hat, dafs ja kein Reflex die Kathode trifft. Das wurde bewiesen nicht nur für Luft von gewöhnlichem Druck, sondern auch für verdünnte Luft bis zu sehr niedrigen Drucken abwärts. Eine der Versuchsanordnungen, deren sich diese Forscher bei ihren äufserst vielseitigen und inhaltreichen Untersuchungen bedienten, bestand darin, dafs der von einer Influenzmaschine gelieferte Strom durch eine Geifslersche Röhre und darauf durch ein besonders konstruirtes Telephon gesandt wurde. Die Geifslersche Röhre, in welcher die Luft von gewöhnlicher bis zu allergeringster Dichtigkeit ausgepumpt werden konnte, hatte verstellbare Elektroden und ein seitliches Quarzfenster. Das im Telephon zunächst zu hörende Geräusch machte alsbald einem reineren und höheren Tone Platz, wenn die Eintrittsstelle der negativen Elektricität von wirksamen Strahlen, geliefert von einer elektrischen Bogenlampe, getroffen wurde, während die Bestrahlung anderer Stellen der Strombahn gar keinen Einflufs übte. Am deutlichsten war der Einflufs, wenn die Luft etwa die Hälfte der normalen Dichtigkeit besafs. Aus dem Umstande, dafs das Telephon stets einen Ton gab, mufs man schliefsen, dafs lauter einzelne Elektrizitätsübergänge, d. h. disruptive Entladungen stattfanden. Solche sind aber mit einer Elektrizitätsleitung im gewöhnlichen Sinne nicht vereinbar.

Soviel erkennt man schon jetzt, dafs die Luft zwischen den Elektroden durch die Bestrahlung nicht leitend geworden ist, weder elektrolytisch wie Herr Arrhenius will, noch sonstwie leitend, sondern dafs hier eine Erscheinung von gänzlich anderer Natur vorliegt, ein Vorgang, der sich lediglich an der negativen Elektrode abspielt.

Diese Auffassung findet ihre volle Bestätigung durch eine Reihe ganz anderer Experimente. Herr Hallwachs stellte zwei vertikale, an elektrisch isolirenden Haltern befestigte Zinkplatten im Abstande von 3 cm einander parallel gegenüber und verband jede mit einem Elektroskop. Die eine wurde negativ geladen; die andere, vorübergehend zur Erde abgeleitet, wurde durch Influenz positiv. Wenn nun der Raum zwischen den Platten bis vollständig an ihre Vorderflächen heran, parallel mit letzteren, von den Strahlen einer elektrischen Bogenlampe bestrichen wurde, so zeigte sich nicht der mindeste Einflufs auf die Ladung der Platten. Und doch hätten beide ihre Ladungen ausgleichen müssen, wenn die Zwischenluft durch die Strahlen leitend geworden wäre. „Eine kleine Drehung der negativen Platte, so dafs die Strahlen nicht mehr parallel mit ihr verliefen, sondern geneigt auf-

trafen, führte dann einen schnellen Verlust ihrer Ladung herbei. Es folgt daraus, dafs das Licht, um unsere Erscheinung zu veranlassen, eine Wirkung auf die Oberfläche der Platte ausüben mufs.“ Damit die negative Platte nicht schräg, sondern möglichst senkrecht von den Strahlen getroffen werde, wurde die gegenüberstehende Platte mit einem Fenster von Marienglas (Gyps) versehen, durch welches nun die Strahlen geschickt wurden. Dann zeigte das mit der Zinkplatte verbundene Goldblattelektroskop schon nach 10 Sekunden den völligen Verlust der elektrischen Ladung an. Hatte man die Platte dagegen positiv geladen, so betrug der Verlust nach 60 Sekunden erst 10 pCt. Die mit dem Gypsfenster versehene Platte kann auch ganz fortgelassen werden, ohne dafs sich etwas Wesentliches ändert. Herr Hallwachs überzeugte sich ferner davon, dafs die Wirkung von denselben Strahlen ausging, die sich bei den Hertzschen Versuchen als wirksam erwiesen hatten.

Wieder von anderer Art, und doch zu demselben Schlufsergebnifs führend, ist die Versuchsanordnung des Herrn Stoletow. Auch er stellte zwei aus demselben Metall bestehende Scheiben einander parallel gegenüber (in 2—3 mm Abstand); die eine war aber von zahlreichen Löchern durchsetzt, sie war nämlich ein Drahtnetz, damit durch sie hindurch die Strahlen des elektrischen Lichtbogens senkrecht auf die andere Platte treffen konnten. Statt nun die Platten mit einer starken Anfangsladung zu versehen, hielt er sie dauernd schwach geladen, indem er sie mit den Polen einer aus zwei Daniellelementen gebildeten galvanischen Batterie verband. So lange die Platte nicht bestrahlt wird, fliefst, wie ein eingeschaltetes Galvanometer erkennen läfst, natürlich kein Strom durch die Batterie, denn die zwischen Platte und Drahtnetz befindliche Luftschicht ist ein vollkommener Isolator. Aber auch bei Bestrahlung der Platte fliefst kein Strom, wenn die Platte mit dem positiven, das Drahtnetz mit dem negativen Pol der Batterie verbunden ist. Dies lehrt, dafs die Luftschicht an sich durch jene Strahlen nicht leitend gemacht ist. Sobald man aber die Platte mit dem negativen, das Netz mit dem positiven Pol verbunden hat, d. h. sobald man die Platte dauernd mit negativer Ladung versieht, und nun die mit negativer Elektricität bedeckte Fläche bestrahlt, fliefst ein beständiger Strom. Bei Anwendung einer etwa fünfzigmal so starken Batterie liefsen sich noch bei zehn Centimeter Entfernung der Platte vom Netz Spuren eines Stroms nachweisen. Jedes Schwanken in der Lichtstärke des elektrischen Lichtbogens zieht Schwankungen in der Stärke des hervorgerufenen Stromes nach sich.

Auch hier sind es, wie Herr Stoletow erkannte, die schon von Herrn Hertz als wirksam nachgewiesenen ultravioletten Strahlen, welche die Erscheinung herbeiführen. Daher ist es besonders förderlich, wenn Aluminium oder Zink im galvanischen Lichtbogen verbrennt, denn die glühenden Dämpfe dieser Metalle entsenden besonders viel ultraviolette Strahlen.

Wenn es auf Grund aller dieser Beobachtungen schon kaum mehr zweifelhaft sein kann, dafs ein elektrisches Leitungsvermögen bestrahlter Luft nicht existirt, so wird diese hohe Wahrscheinlichkeit zur vollen Gewifsheit durch einen Versuch des Herrn Bichat. Wenn man ein cylindrisches Metallröhrenstück mit beiderseits offenen Enden isolirt aufstellt und negativ ladet, so ordnet sich bekanntlich die Elektricität auf der äufseren Oberfläche an, während die Innenwände frei von Elektricität bleiben. Ein durch einen Draht mit dem Metallrohr verbundenes Elektrometer lehrt die Spannung der elektrischen Ladung kennen. Legt man nun ein Ende eines Metallstabes, der länger als die Röhre ist, berührend an ihre Innenwand an, so wird die Röhre gänzlich entladen, falls die den Stab haltende Hand oder sonstige leitende Verbindungen den Abflufs zur Erde gestatten. Hat man den Stab dagegen mit einem isolirenden Griffe angefafst, so zeigt das Elektrometer nur eine Abnahme der elektrischen Spannung an, da sich ja jetzt dieselbe Ladung über eine gröfsere Oberfläche verbreiten mufs. Wäre nun elektrisch bestrahlte Luft ein Elektricitätsleiter, so müfste man folgende Erscheinung beobachten können. Wenn man, statt mit dem Metallstabe, mit einem vom elektrischen Lichtbogen kommenden cylindrischen Strahlenbündel die Innenwand der Röhre betastet, so müfste der Erfolg derselbe sein, wie vorher mit dem Metallstabe, da ja die durchstrahlte Luft ein Leiter sein soll; am Elektrometer müfste man eine Abnahme oder gar das Verschwinden der elektrischen Spannung wahrnehmen. Nichts von alledem geschah, als Bichat diesen Versuch zur Ausführung brachte; und doch hatte er möglichst günstige Bedingungen hergestellt, denn er bediente sich einer elektrischen Lampe, deren Kohlen mit einer Aluminiumseele versehen waren, sowie eines empfindlichen Quadranten-Elektrometers. Die Innenwände der Metallröhre waren berufst, um die Strahlen nach Kräften zu absorbiren. Während sich so die Bestrahlung der Innenfläche als gänzlich wirkungslos erwies, beraubte die Bestrahlung der Aufsenfläche die elektrisirte Röhre schnell ihrer Ladung.

Hiernach mufs die Vorstellung, als werde die Luft unter Wirkung ultravioletter Strahlen elektrisch leitend,

endgiltig fallen gelassen werden. Alle vorgeführten Thatsachen lehren vielmehr nur dies: Ultraviolette Bestrahlung erleichtert den Weggang negativer Elektricität von der Kathode sowie überhaupt von jedem negativ geladenen Körper.

Hierbei brauchen wir nun noch nicht stehen zu bleiben; die durch den Fleifs und die Geschicklichkeit der verschiedenen Experimentatoren gesammelten Thatsachen gestatten uns einen noch etwas tieferen Einblick in den Vorgang, der sich bei ultravioletter Bestrahlung am negativ geladenen Körper vollzieht. Aus dem eben beschriebenen Versuche Bichats scheint zu folgen, es sei für den Weggang der negativen Elektricität erforderlich, dafs solche Oberflächentheile des Körpers, welche mit negativer Elektricität bedeckt sind, von den wirksamen Strahlen getroffen werden. Dies ist zwar eine, aber es ist nicht die einzige Bedingung für den Eintritt der Erscheinung, wie folgende Beobachtung der Herren Bichat und Blondlot lehrt. Während die Strahlen an Wirksamkeit nichts dadurch einbüfsten, dafs sie ein frei herabfallendes Wasserband durchsetzten, (was mit früheren Hertzschen Beobachtungen übereinstimmt), so hörte doch jede Wirkung auf, sobald die Oberfläche des negativ geladenen Körpers oder der Kathode mit einer dünnen Wasserschicht überzogen wurde. Von dieser merkwürdigen Thatsache hat sich auch Herr Stoletow überzeugt. Derselbe machte aber die weitere Beobachtung, dafs die Wirkung sich sofort wieder einstellt, wenn man statt gewöhnlichen Wassers eine konzentrirte Lösung von Fuchsin oder Anilinviolett in Wasser, oder konzentrirte ammoniakalische Lösung von Eosin oder von Fluorescein anwendet, d. h. Flüssigkeiten, welche für Ultraviolett wenig durchlässig sind. Dies hatten übrigens schon früher die Herren E. Wiedemann und Ebert erkannt, indem sie zeigten, dafs der Funkenübergang alsdann am meisten durch Bestrahlung der Kathode befördert wird, wenn die Kathode aus einer Substanz besteht, die das Ultraviolett besonders stark absorbirt, wie z. B. Nigrosinlösung oder Salpeterlösung in Wasser. Im engsten Zusammenhange hiermit steht natürlich auch das verschiedene Verhalten verschiedener als Kathode benutzter Metalle. So ist nach Wiedemann und Ebert der Einflufs der Bestrahlung am stärksten bei Platin, schwächer bei Zink und Kupfer, sehr gering bei Eisen, Aluminium, Palladium und Silber; und nach Hallwachs wirkt blankgeputztes Zink etwa vierzigmal stärker als ungeputztes, und Eisen schwächer als Zink. Durch diese Beobachtungen ist bewiesen:

Es genügt nicht, dafs wirksame Strahlen die negativ geladene Oberfläche treffen, sondern sie müssen in der-

selben auch absorbirt werden, wenn das Entweichen der negativen Elektricität eintreten soll.

In welcher Weise dieses Entweichen vor sich geht, läfst sich freilich noch nicht mit Sicherheit angeben; doch gewähren ein paar Versuche des Herrn Righi wenigstens einige Anhaltspunkte für das Verständnifs der Erscheinung. Derselbe beobachtete nämlich u. a., dafs die wirksamen Strahlen im stande sind, auch die negative Ladung einer elektrisirten Ebonitscheibe oder Schwefelscheibe zu zerstreuen. Ein isolirtes Metallnetz, das einer solchen Scheibe parallel nahe gegenüber aufgestellt und anfangs unelektrisch war, lud sich dabei negativ! Somit war die von dem einen Körper entwichene Elektrizität auf den gegenüberstehenden übergegangen. — Wenn ferner ein negativ elektrisirter, sehr leichter und beweglich aufgestellter Körper unter Bestrahlung seine Elektricität verlor, erlitt er zugleich eine Lagenänderung nach Art des elektrischen Flugrades, d. h. durch Rückstofs. Hiernach gewinnt es den Anschein, als entfernten sich negativ geladene Massentheilchen aus der bestrahlten Oberflächenschicht des Körpers. Die wahre Deutung der Erscheinung, die uns in mannigfaltigster Gestalt bisher beschäftigt hat, wäre sonach diese:

Wenn gewisse ultraviolette Strahlen einen negativ elektrisirten Körper treffen, und wenn sie in der die negative Ladung tragenden Oberflächenschicht absorbirt werden, so bewirken sie in letzterer eine tumultuarische Bewegung, infolge deren negativ geladene Massentheilchen diese Oberflächenschicht verlassen und sich in die Umgebung zerstreuen. — Der Elektrizitätsverlust erscheint hiernach also keineswegs als auf Leitung beruhend, sondern als ein Vorgang der Zerstreuung oder Convektion.

Im Anschlufs an die bisher geschilderten Versuche sei noch kurz einer merkwürdigen Erscheinung gedacht, welche mit den vorigen in nahem Zusammenhange zu stehen scheint. Von mehreren Beobachtern wurde bemerkt, dafs eine anfänglich unelektrische Metallplatte unter Einflufs der wirksamen Strahlen elektrisch wird, und zwar positiv. Es gewinnt hiernach den Anschein, als verliefse auch hier negative Elektrizität, von deren Anwesenheit man freilich vorher nichts geahnt hat, die Metallplatte und liefse letztere positiv zurück. Weil nun nach Bichat und Blondlot durch gleichzeitiges Anblasen der Platte die positive Elektrisirung derselben wesentlich gesteigert wird, so scheint folgende Deutung des Vorganges möglich. Durch Berührung mit der Luft wird das Metall vielleicht positiv, die anliegende

Luftschicht negativ elektrisch. Wenn nun die absorbirte Strahlung letztere Schicht lockert und von der Platte zu entweichen veranlafst, wobei das Blasen noch förderlich mitwirkt, so bleibt das Metall mit seiner freien positiven Ladung zurück. In wenig anderer Gestalt erscheint derselbe Vorgang, wenn man bei der vorher erwähnten Stoletowschen Versuchsanordnung die Batterie wegläfst. Dann erzeugt, nach Herrn Righi und Herrn Stoletow, Bestrahlung einen dauernden elektrischen Strom, falls die Platte elektronegativ gegen das Netz ist, also die Strahlen z. B. durch ein Zinknetz auf eine Platinplatte treffen. Der Strom fliefst dabei vom Netz durch die Luftschicht zur Platte. Nicht wesentlich verschieden hiervon ist die Erscheinung, welche, wie früher erwähnt, Herr Arrhenius in hochverdünnten Räumen bei Bestrahlung eines Zink- und Platindrahtes beobachtet hat. Auf ein wahres Leitungsvermögen der verdünnten Luft ist also hier ebenso wenig zu schliefsen, wie in den Versuchen von Righi, Stoletow, Bichat und Blondlot; vielmehr bietet sich folgende Deutung als die weit wahrscheinlichere dar: Auf verschiedene Metalle wirkt die Bestrahlung mit verschiedener Stärke, auf Platin — wie erwähnt — stärker als auf Zink. Wenn also, etwa durch Kontakt, die das Platin bedeckende Luftschicht negativ geworden ist, so lösen sich unter Bestrahlung überwiegend von Platin negative Theilchen, treffen das benachbarte Zink und geben ihm ihre negative Ladung ab. Der so durch Bestrahlung in Bewegung gesetzte Strom wird also durch Fortführung (Convektion) unterhalten.

Durch die Gesamtheit der vorstehenden Thatsachen scheint mir der Beweis erbracht zu sein, dafs Luft, auch wenn sie in geeigneter Weise bestrahlt wird, nicht leitet, sondern dafs ein ganz anderer Vorgang stattfindet: das Entweichen geladener Massentheilchen von dem negativ-elektrisirten Körper. Von welcher Beschaffenheit diese Theilchen sind, und ob an der Kathode etwa ein Zerfall von Gasmolekeln in entgegengesetzt elektrische Bestandtheile stattfindet, ist bis jetzt ganz unausgemacht. Diese Erkenntnifs ist nun auf die elektrischen Vorgänge der Atmosphäre anzuwenden.

Unter der Annahme, dafs die Erde von vornherein eine negative Ladung besitzt, und unter den weiteren Annahmen, dafs sie von wirksamen Strahlen getroffen wird, und dafs letztere in der Oberflächenschicht selber absorbirt werden, (was z. B. für die ganze Meeresoberfläche keinenfalls statt hat), müssen sich nun negativ-elektrische Massentheilchen von der Erdoberfläche loslösen. Während wir nun in den Laboratoriumsversuchen die fortgeführten Theilchen in der Regel nur

auf wenige Millimeter, im äufsersten Falle auf 10 cm Abstand vom ursprünglich geladenen Körper sich entfernen sehen, müfsten die von der Erde abgelösten negativen Theilchen durch die von unten her wirkende elektrische Abstofsung Hunderte von Metern, der Schwere entgegen, aufwärts getrieben werden und dabei auch noch den Reibungswiderstand der umgebenden Luft überwinden, um schliefslich die Wolken mit Elektrizität zu versehen. Einen solchen Vorgang kann man nur für höchst unwahrscheinlich erklären; in dieser Art ist er auch von Arrhenius gar nicht vorausgesetzt worden, welcher ja wahre Luftleitung annimmt.

Hierbei ist eine Frage von fundamentaler Wichtigkeit noch gar nicht berührt worden, nämlich diese: Wird denn der Erdboden überhaupt von wirksamen ultravioletten Strahlen getroffen? Ueberraschender Weise lautet die Antwort auf diese Frage entschieden: nein! Keiner von allen Beobachtern hat mit Anwendung von Sonnenlicht irgend ein Resultat erhalten. Herr Hertz sagt darüber: „Vom Sonnenlicht erhielt ich niemals eine unzweideutige Wirkung, zu welcher Zeit des Tages und des Jahres ich bisher auch zu prüfen Gelegenheit hatte. Konzentrirte ich das Sonnenlicht mit Hilfe einer Quarzlinse auf den Funken, so war eine geringe Wirkung vorhanden; doch war eine solche auch mit Hilfe einer Glaslinse", die doch alle wirksamen Strahlen absorbirt, „zu erhalten, und dürfte deshalb der Erwärmung zugeschrieben werden." Desgleichen betont Herr Righi an mehreren Stellen seiner Arbeiten, dafs Sonnenlicht gänzlich unwirksam sei. Daher haben denn auch alle Beobachter der beschriebenen neuen Erscheinungen andere wirksame Lichtquellen, meist elektrisches Bogenlicht, angewendet.

Fragt man sich nun, warum die wirksamen ultravioletten Strahlen in dem Sonnenlicht wohl fehlen mögen, so kann man über die richtige Antwort nicht im Zweifel sein; sie lautet: Das Sonnenlicht enthält ursprünglich gewifs wirksame Strahlen, dieselben werden aber in den höheren Schichten der Atmosphäre absorbirt, so dafs die Sonnenstrahlen bereits gesiebt zum Erdboden gelangen. Wir lernen die Sonnenstrahlen erst kennen, nachdem sie ihrer wirksamen Bestandtheile beraubt sind. Auf solche Absorption weist schon die von mehreren Seiten (Hertz, Wiedemann und Ebert) bestätigte bedeutende Zunahme hin, welche die fragliche Wirkung bei Verdünnung der Luft erfährt. Auch Herr Arrhenius selbst hat einen Beweis für die starke Absorption beigebracht, der die wirksamen Strahlen in der atmosphärischen Luft unterliegen. Als er nämlich in seinen oben geschilderten Versuchen die in $^1/_3$ mm Entfernung vom Quarzfenster angebrachte äufsere Funken-

strecke in die doppelte Entfernung, also bis $^2/_3$ mm, verschob, sank der durch die innere Unterbrechungsstelle gehende Strom auf die Hälfte herab. Man geht schwerlich fehl, wenn man diese starke Abnahme der Wirkung zum grofsen Theil auf Rechnung der in der Luft stattfindenden Absorption der wirksamen Strahlen setzt. Ein ganz unwiderleglicher Beweis für diese Absorption ist schliefslich von Herrn Righi gegeben. Derselbe setzte zwischen den elektrischen Lichtbogen und das bestrahlte Metall eine durch Gypsfenster geschlossene Röhre und sah während des Auspumpens der Röhre, also durch Wegnahme der Luft, die fragliche Wirkung deutlich wachsen. Dadurch ist die in der Luft stattfindende Absorption der wirksamen Strahlen unwiderleglich bewiesen. Und somit ist die Ursache für die gänzliche Unwirksamkeit der Sonnenstrahlen, welche die Erdoberfläche treffen, erkannt.[9])

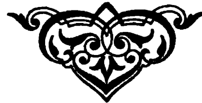
Nun könnte man meinen, die Sonnenstrahlen vermöchten wenigstens in den höheren Schichten der Atmosphäre die gedachte Wirkung zu bethätigen. Dazu müfsten sie also negativ geladene Körper treffen, in deren Oberflächenschicht sie absorbirt würden, wodurch dann jene Körper ihre Ladung verlören. Wassertröpfchen genügen diesen Bedingungen nicht, denn anstatt jene ultravioletten Strahlen zu absorbiren, ist Wasser — wie wir gesehen haben — gänzlich durchlässig für dieselben. Sind es also vielleicht die Eiskryställchen der Cirruswolken, welche durch die auftreffenden Sonnenstrahlen negative Elektricität verlieren? Aber dazu müfsten diese Kryställchen erst überhaupt negativ elektrisch sein. Und man vermag nicht anzugeben, auf welche Weise die negative Elektricität vom Erdboden zu ihnen hinauf gelangt sein sollte. Auch ist es gar nicht gewifs, ob die wirksamen Strahlen nicht vom Eis gerade so wenig absorbirt werden wie vom Wasser.

Der Beweis, welcher im Vorigen gegen die Zulässigkeit der Arrheniusschen Theorie der atmosphärischen Elektricität geführt ist, scheint mir einwurfsfrei und geradezu erdrückend. Keine der Annahmen, auf welchen die Theorie ruht, erfreut sich einer auch nur einigermafsen zureichenden Stütze. Die Hypothese der anfänglichen

[9]) Beiläufig sei erwähnt, dafs nach Beobachtungen von E. Wiedemann und Ebert in reiner Kohlensäure auch sichtbare Strahlen, etwa von der Frauenhoferschen Linie G an, die fragliche Wirkung in geringem Grade ausüben. Aber die minimalen Kohlensäurespuren, welche der gewöhnlichen Luft beigemischt sind, genügen, wie alle mit gewöhnlicher Luft angestellten Versuche zeigen, eben nicht, um auch nur irgend eine nachweisbare Wirkung hervorzubringen.

negativen Ladung der Erde ist ohne jeden Versuch eines Beweises hingestellt. Das elektrolytische Leitungsvermögen, welches die Luft unter geeigneter Bestrahlung besitzen soll, existirt nicht, sondern statt dessen nur Zerstreuung negativ geladener Theilchen von dem elektrisirten Körper weg in die nächste Nachbarschaft, offenbar ungeeignet Elektricität bis zu den Wolken hinaufzuführen. Schliefslich wird die Erdoberfläche gar nicht einmal von Strahlen getroffen, welche zur Herbeiführung der Zerstreuung geeignet wären, da die Sonnenstrahlen sich überhaupt als unwirksam für diese Erscheinung erwiesen haben. So mufs also auch diese geistreiche Theorie, als nicht in der Natur begründet, fallen gelassen werden.

(Schlufs folgt.)





Prophetenthum und Hierarchie in der Wissenschaft.

Eine zeitgeschichtliche Skizze

von Prof. **Wilhelm Foerster,**
Direktor der königl. Sternwarte in Berlin.

Aber, verehrte Frau, wie können Sie es wagen, übermorgen die Fahrt von Ostende nach London zu unternehmen? Wissen Sie denn nicht, dafs von dem grofsen Erdbeben-Forscher Falb, welcher jetzt endlich in diese Dinge Licht bringt, gerade für den Tag Ihrer Seereise eine äufserst gefährliche, ja verhängnifsvolle Wetterlage schon seit Monaten angekündigt worden ist? Die Stellung des Mondes zur Erde und zur Sonne bedroht uns an diesem Tage mit den schwersten Katastrophen. Da thut man doch wohl gut, sich nicht aufs offene Meer zu wagen und überhaupt alle Gegenden, wo es schwanken und wackeln kann, thunlichst zu meiden.

Die geängstigte Dame, welche bis dahin keine Ahnung von einer solchen Sicherheit der gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Prophezeiungen gehabt hat, giebt sofort ihre Reise auf und schreibt ihren Verwandten in England, dafs sie vorziehe, erst die gefährliche Stellung des Mondes vorübergehen zu lassen. Wenn man dann noch lebe, werde sie weitere Nachricht geben.

Und nun erscheint der grause Tag. Alles bleibt still. Man berichtet von einer ungewöhnlichen Ruhe des Meeres. Den Freigeistern, welche sich trotz der von den Zeitungen eifrig verbreiteten Prophezeiung aufs Meer gewagt haben, sind entzückende Fahrten beschieden gewesen, aber der Glaube an die Prophezeiung ist doch in den „weitesten Kreisen“ unerschüttert geblieben. Irgendwo wird der Wind, das Wasser oder die Erde doch wohl entsetzlich gewüthet haben. Man hat nur die Nachrichten aus den fernen Welttheilen abzuwarten, da wird sich die Unfehlbarkeit dieser kühnen Prophezeiungen, welche

der ganzen wissenschaftlichen Hierarchie die Stirn bieten, sicher erweisen.

Diesmal kommt leider auch aus der Ferne keine Bestätigung, aber endlich wird aus dem schlesischen Gebirge gemeldet und in allen Blättern mitgetheilt, dafs dort genau an dem kritischen Tage ein ungewöhnlich starker Wirbelwind beobachtet worden sei.

Es ist nun klar, dafs die Prophezeiung recht hatte.

Ein anderes Mal verläuft die Sache so, dafs in der That irgendwo auf der Erde ein weit verbreitetes, furchtbares Unwetter oder eine unheilvolle Erderschütterung eingetreten ist, aber meistens nicht genau an dem kritischen Tage, sondern einige Tage später oder früher.

Nun, so genau lasse sich die Voraussagung noch nicht zuspitzen, so tröstet man sich. Mitunter bedürfe es eben eines gewissen Zusammenwirkens mit andern Erscheinungen, um den eigentlichen Losbruch hervorzurufen, ebenso wie sich die Wirkungen durch ähnliche Verwickelungen manchmal auch um mehrere Tage verfrühen könnten. Das könne aber niemanden an der hohen Bedeutung dieser mit so imponirender Sicherheit auftretenden Theorieen irre machen.

Damit ist man aber glücklich bei einer fast absoluten Sicherheit des Eintreffens und des Glaubens angelangt, aber zugleich bei einer verschwindend kleinen Beweiskraft dieser Art des erfahrungsmäfsigen Erfolges für die Richtigkeit der Theorie.

Irgendwo auf der Erde ereignet sich innerhalb eines Zeitraums von einigen Tagen mit aller Sicherheit irgend eine gröfsere Störung der gewöhnlichen Zustände der Luft, des Wassers oder der Erde.

Gefahr-Ansagen, welche sich unbestimmt auf die ganze Erde beziehen, und für deren Eintreffen man überdies einen Spielraum von mehreren Tagen zugesteht, werden durch diese Weite des Raumes und der Zeit aller Präcision entkleidet. Dafs man ihnen dafür den Mantel der prophetischen Würde umhängt, ist ganz in der Ordnung.

Es ist auch ganz in der Ordnung, dafs der Mond dabei mit im Spiele ist; denn wegen der schnellen Folge und Wiederkehr seiner verschiedenen „kritischen“ Stellungen ist er, sogar dann, wenn er mit der Sache selber gar nichts zu thun hätte, der beste Helfershelfer alles Prophezeiens obiger Art und wird es stets bleiben.

Ganz so unbestimmt ist es nun zwar mit einigen der in den letzten Jahren bei dem grofsen Publikum und sogar bei manchen wissenschaftlichen und sonst genauer denkenden Leuten zu Ansehen gelangten Prophezeiungen, insbesondere denen von Falb, nicht bestellt, denn einige richtige und erhebliche, zwar nicht neue aber eigenartig her-

vorgehobene Schlufsfolgen sind in ihnen, wenn auch in trübem Gemisch mit manchen Irrungen, enthalten. Aber doch wird bei diesen Prophezeiungen und bei ihrer erfahrungsmäfsigen Prüfung ein so empfindlicher Mangel an Kritik offenbar, dafs sie in der That von der soeben geschilderten Idealgestalt vollkommen sicheren Prophezeiens gar nicht weit entfernt sind.

Wie kommt es denn aber, so hört man wohl fragen, dafs gerade in einer Zeit, in welcher die zünftige Wissenschaft soeben begonnen hat, mit systematischem Vorhersagen des Wetters in der Oeffentlichkeit vorzugehen, jene Art des Prophetenthums erst recht Anhänger findet und der sogenannten Schulweisheit derbe Konkurrenz macht.

Wenn man näher zusieht, ist das gar nicht zum Verwundern.

Das Auftreten der strengen Wissenschaft hat von jeher in den weiten Kreisen des Lebens bei sehr vielen Menschen Neigung zum Widerspruch und zum Zweifel hervorgerufen und zwar in um so stärkerem Grade, je öfter noch neben einleuchtendem Verständnifs der Erscheinungen und hülfreichster geistiger Beherrschung des Verlaufes derselben erhebliche Unsicherheiten und Irrungen der Männer der Wissenschaft offenbar wurden. Dies ist z. B. in der Wetterkunde und in einem anderen grofsen und äufserst schwierigen Forschungsgebiete, in welchem demgemäfs ganz ähnliche Gegenwirkungen blühen, nämlich in der Heilkunde, auch jetzt noch der Fall. Zur Erklärung solcher Gegenwirkungen und Stimmungen wäre vieles zu sagen, was hier zu weit führen würde. In eigenen Regungen oder Erfahrungen wird wohl jeder mannigfache Anhaltspunkte für diese Erklärung finden. (In dem ersten Hefte dieser Zeitschrift, Oktober 1888, sind in dem Aufsatze „Ueber die Ziele der Popularisirung der Naturwissenschaften“ einige einschlägige Bemerkungen enthalten.)

Alles hingegen, was auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Forschungen und der zugehörigen Praxis nicht im Gewande fachmäfsiger Strenge, sondern mit einer gewissen Kühnheit und Fülle der Einbildungskraft und mit einer gewissen Leichtigkeit oder Lebendigkeit der Sprache auftritt, aber vor allem, was der fachmäfsigen Geistesdisciplin und Kritik keck den Handschuh hinwirft oder gar unter der Fahne irgend einer phantastischen Verallgemeinerung zum Kampfe gegen die sogenannte wissenschaftliche Hierarchie aufruft, alles das ist sofort eines weitreichenden Wiederhalles und einer grofsen Anhängerschaft sicher und wird von letzterer mit einer Gläubigkeit und Kritiklosigkeit aufgenommen und hochgehalten, welche sehr leicht für beide Theile, die Gebenden und die Empfangenden, zu einer ernsten Gefahr wird.

In allmählich vermindertem Mafsstabe, schliefslich bisweilen nur noch als theatralische Nachbildung der Vergangenheit, wiederholt sich in diesen Erscheinungen immer wieder eine Reihe von leidenschaftlichen Vorgängen, von denen die Geschichte erzählt. Insbesondere ist hierbei an die bedeutsamen, für die Geschicke der Menschheit so folgenreichen Zeiten zu denken, in denen die streng hierarchische Organisation der wissenschaftlichen Arbeit, wie sie den Priesterschaften der ältesten Kulturvölker und auch den ältesten Tagen der griechischen Kultur eigen war, von dem kühnen und genialen Laienthum des griechischen Volkes zertrümmert wurde. (Nebenher bemerkt hat hierbei die astronomische Stümperei, welche in der Leitung des Kalenderwesens von Seiten der delphischen Priesterschaft hervortrat, eine wesentlich mitwirkende Bedeutung gehabt.) Auch in jener grofsen, an neuen Gedanken verschwenderisch reichen Zeit haben die Verhältnisse sicherlich nicht so einfach gelegen, wie sie in gewissen Schlagwörtern und in gewissen Vergleichungen mit dem bei anderen Kulturvölkern überlieferten reinigenden Kampfe des Prophetenthums gegen das Priesterthum sich darstellen.

Noch während verhängnifsvolle Nachwirkungen jener Zeit, bestehend in einer weiten Verbreitung von Zweifelsucht und Scheinweisheit, fortdauerten, begann die wissenschaftliche Forschungsarbeit bereits wieder, sich in den festen Formen einer geistigen Disciplin, wie sie für erfolgreiches Zusammenwirken unerläfslich ist, neu zu organisiren.

Es kamen sogar noch Zeiten, in welchen die Wissenschaft wieder auf eine enge Verbindung mit der im Mittelalter aufs neue machtvoll entwickelten Hierarchie angewiesen war. Aber nachdem sie auch aus dieser Gebundenheit, unter wesentlicher Mitwirkung genialer Kräfte, welche mitten aus der Hierarchie selber hervortraten, gelöst war, hat sich die wissenschaftliche Arbeit immer unabhängiger von menschlicher Herrschsucht und Willkür, dagegen in immer treuerer und strengerer Unterordnung unter ewige Gesetze, mit einem Worte immer freier entwickelt, und die kühnsten und klarsten Geister sind stets nur an ihrer Spitze, niemals mehr in revolutionärem Kampfe gegen ihre Autorität zu finden gewesen.

Immer mehr ist es daher eine blofse Redeblume geworden, noch von wissenschaftlicher Hierarchie und von der nothwendigen Gegenwirkung der freien Genialität gegen dieselbe, wie von einer Art Prophetenthum im altgeschichtlichen Sinne, zu sprechen.

Ein eigenthümlicher pikanter Zug in dem gegenwärtigen, nicht seltenen Vorkommen dieser Redewendungen ist es nur, dafs zur Zeit

die Vertreter und Anhänger der kirchlichen Hierarchie aus mifsverständlichem Eifer gegen die Macht der Wissenschaft sich besonders beifällig zu jeder Art von pathetischer Gegnerschaft gegen die Vertreter der Wissenschaft verhalten.

Uebertreibungen, welche als unerträglich gelten, sobald sie gegen die Grundlagen von Staat, Gesellschaft oder Kirche ankämpfen, werden gerade von den konservativsten Kreisen mit dem gröfsten Behagen aufgenommen, wenn sie gegen sogenannte orthodoxe Grundlehren oder Ergebnisse und Methoden der Wissenschaft gerichtet sind.

Eine hocherfreuliche Seite hat diese Erscheinung, indem sie zeigt, wie einmüthig alle Welt dieses herrliche Bauwerk einer Jahrtausende langen stetigen Arbeit als unerschütterlich ansieht, und wie wenig man fürchtet, irgend einen Theil der namenlosen Wohlthaten, welche in demselben jedermann gespendet werden, durch verzerrende Anklagen einzubüfsen.

Das wissenschaftliche Zusammenwirken in der Gemeinschaft unserer Hochschulen ist es insbesondere, welches von manchen Seiten, auch von mafsvollen Gegnern, gerade wegen seiner äufseren Geschlossenheit als gefahrbringend für geistige Freiheit bezeichnet wird.

Aber das innere Leben dieser Hochschulen, zumal der unsern und der mit den unsrigen nahe verwandten, enthält in der Pflege der Gemeinschaft der verschiedensten Geistesrichtungen und in dem nahen Zusammenarbeiten der älteren Autoritäten mit der lernenden, lehrenden und forschenden Jugend, dieser stets frischen Quelle idealer Forderungen und kühner Kritik, die stärksten Gegenwirkungen gegen einzelne Gefahren jener Organisation.

Auch ist ja keineswegs das ganze Schicksal wissenschaftlicher Forschung an die Hochschulen und die höheren Schulen gebunden.

Unablässig sind selbständige und bedeutende Köpfe fast aus allen Lebens- und Berufskreisen als hervorragende Mitarbeiter, oftmals sogar bei den schwierigsten Problemen, thätig, und es kommt nicht allzu selten vor, dafs gerade sie neue Bahnen an solchen Stellen brechen, an denen innerhalb der zünftigen Wissenschaft zeitweise durch das Ueberwiegen irgend einer Schulmeinung der Fortschritt erschwert ist. Es ist aber kein Fall nachweisbar, in welchem derartige unabhängige und solide Leistungen nicht sehr bald nach gesundem Kampfe auch von der „Zunft“ brüderlichst gewürdigt worden sind.

Sogar die Gesamtheit derjenigen sogenannten „Wilden“, welche glauben, die Abneigung gegen den wissenschaftlichen Zopf auch durch Nichtachtung der unerläfslichen Bedingungen wahrhaft erfolgreicher

Erforschung und Beherrschung der Erscheinungen bethätigen zu müssen, bringt manchmal in ihrem „dunkeln Drange“ wahrhaft förderliche Wirkungen hervor.

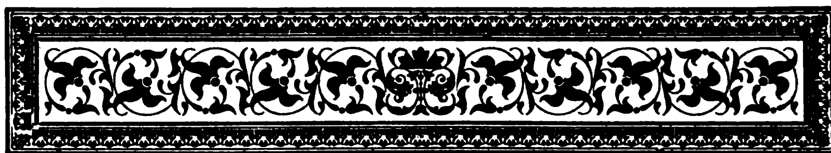
Die förderlichste derselben besteht darin, dafs die Wissenschaft sich auch gegen das Körnlein Wahrheit, welches selbst von solchen Gegnern ausgesprochen wird, nicht verschliefst, und dafs sie daraus Antriebe zu einer Verstärkung oder zu einer zweckmäfsigeren Verwendung ihrer Energie nach bestimmten Richtungen hin entnimmt, dafs sie sodann aber auch, im Sinne der im ersten Heft (Oktober 1888) dieser Zeitschrift enthaltenen Darlegungen, die Betheiligung an der lebensvollen Popularisirung der wissenschaftlichen Erkenntnifs als eine ihrer wichtigsten Pflichten anerkennt.

Die Leidenden sind dann nur noch diejenigen, welche sich von den in Rede stehenden Angriffen gegen die Wissenschaft das Urtheil trüben und von den Lehren und Verkündigungen der übereifrigen Adepten dieser Unkritik ängstigen lassen.

Zum Nutzen und Frommen dieser Leidenden, insbesondere der nicht geringen Anzahl solcher, welche, von den fraglichen Prophezeiungen erschreckt, doch wieder zu den Männern der Wissenschaft kommen, um sich dort Beruhigung zu holen (z. B. wenn sie an der Riviera sich aufzuhalten denken, und ein Falbscher Tag droht), wird unsere Zeitschrift baldmöglichst beginnen, einige der eindrucksvolleren Prophezeiungen dieser Art einer näheren Erörterung hinsichtlich ihres Eintreffens oder Nichteintreffens und ihres daraus erfahrungsmäfsig zu folgernden, äufserst geringen praktischen Werthes zu unterziehen und dies nöthigenfalls von Zeit zu Zeit zu wiederholen.

Zugleich wird es aber zu noch wirksamerer Bekämpfung jener Beunruhigungen erforderlich sein, dafs es der wissenschaftlichen Wetterkunde ermöglicht werde, im Sinne einer nach Ort und Zeit umsichtig zu begrenzenden Vorherbestimmung der grofsen Züge der Wettererscheinungen weitere erhebliche Fortschritte zu machen. Dies kann aber nicht ohne staatliche Mitwirkung und ohne engeres Zusammenwirken grofser Staatengruppen geschehen. Möge diese umfassendere Aktion nicht länger vertagt bleiben. Die seit einigen Jahren eingetretene Stagnation derselben kann nur der Erzeugung und Verbreitung von gröfseren Wirrnissen auf diesem Gebiete förderlich sein.





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

VIII. Die himmlische Feldmesskunst.

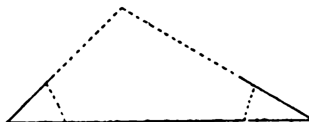
Die in unserem vorangegangenen Artikel dargestellten Betrachtungen und Rechnungen haben uns in den Stand gesetzt, für jeden Augenblick die Richtung zu bestimmen, in welcher sich für einen Beobachter auf der Sonne ein bestimmter Planet befindet. Dafs allerdings diese Bestimmung mit der alleinigen Hülfe jener wenigen gegebenen Daten, beispielsweise für den im Speziellen betrachteten Planeten Mars, noch mit mancherlei Weitläufigkeiten behaftet sein muss, ist begreiflich, wie man denn auch wohl einsehen wird, dafs die Interpolationen, welche wir zwischen den durch die Beobachtung direkt bestimmten Daten vornehmen müssen, nur näherungsweise zu den gewünschten Resultaten führen können. Aber jedes astronomische Beweisverfahren ist ein solches schrittweise sich der Wahrheit nähherndes. Wir müssen uns vor der Hand damit begnügen, uns auf der erklommenen Zwischenstufe zu befestigen, um dann den noch unbekannten Weg weiter zu erforschen.

Unsere nächste Aufgabe wird es demnach sein, zu jeder einzelnen für die Opposition geltenden und deshalb ganz genau bestimmten Richtung die zugehörige Entfernung des Planeten von der Sonne zu finden.

Da nun diese Aufgabe, von unserer kleinen Erde aus jene ungeheueren himmlischen Entfernungen auszumessen, dem nicht oder nur wenig mathematisch vorgebildeten Laien zu den schwierigsten und unbegreiflichsten Dingen gehört, so will ich mich bemühen, die Beweisführung von den unmittelbar begreiflichsten logischen Elementen an darzustellen. Für die Ungewöhnlichkeit der nun folgenden sich

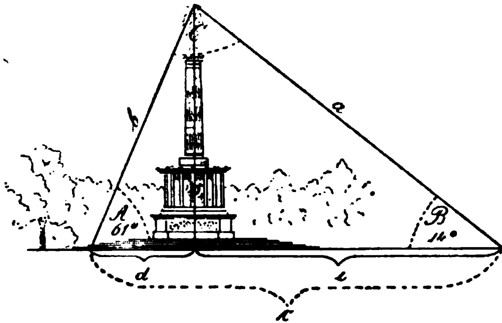
in geometrischen Anschauungen ergehenden Lektüre mufs den Leser das lebhafte Interesse an der Aufgabe selbst entschädigen, die dahin geht, mit dem menschlichen Geiste die unausdenkbarsten Himmelsräume ausmessend zu umfassen, nicht anders und relativ nicht unsicherer, als wir die Gröfse der irdischen Ländergebiete durch die Kunst des Feldmessers bestimmen. Für diejenigen Leser allerdings, welche die Anwendung ihres vom Gymnasium mit herüber genommenen Wissens von der ebenen Trigonometrie noch nicht verlernt haben, werde ich sehr viel Ueberflüssiges sagen. Das wird jedoch weniger schaden, als wenn ich für die Uebrigen ein für sie unerfindbares Glied in der logischen Schlufskette ausliefse, wodurch ihnen dann alle folgenden unverständlich bleiben würden.

Es wird jedermann unmittelbar verständlich sein, dafs die Entfernung eines Punktes, welchen man nicht selbst erreichen kann, nur durch die Konstruirung eines Dreiecks zu finden ist, von welchem man mindestens die Länge einer Seite und die Gröfse der Winkel kennt. Denn ziehen wir uns z. B. auf dem Papier eine Linie von bestimmter Länge und tragen wir auf beiden Enden dieser Linie einen Winkel von bestimmter Gröfse auf, so werden die Schenkel dieser beiden Winkel doch stets in einem ganz bestimmten Punkte zusammentreffen und dadurch ein Dreieck umschliefsen, dessen beide übrigen Seiten nun sofort ausgemessen werden können. Kein anderes Dreieck kann jemals mit den gegebenen Stücken zusammengesetzt werden; es ist völlig durch sie bestimmt.



Die Konstruktion eines Dreiecks von beliebigen Dimensionen, das genaue Auftragen der gegebenen Winkel und schliefslich das Ausmessen der entstehenden beiden neuen Seiten würde in Wirklichkeit natürlich unüberwindliche praktische Schwierigkeiten darbieten und grofse Ungenauigkeit zurücklassen. Wir müssen zur Lösung der Aufgabe die unfehlbare Rechnung herbeiziehen und das ist in der That mit Hülfe der bereits früher einmal (Seite 298 u. folg.) angewandten trigonometrischen Tafeln leicht bewerkstelligt. Wir hatten damals die gröfste und kleinste Sonnenhöhe, die Schiefe der Ekliptik, die geographische Breite u. s. w. aus der Beobachtung der Schattenlängen unserer Siegessäule berechnet. Wir wollen uns derselben damals bestimmten Daten bedienen, um zunächst allgemeiner die Rechnungsmethode darzulegen, durch welche man die Dimensionen eines beliebig grofsen Dreiecks finden kann.

Die bekannte Linie dieses Dreiecks möge auf dem Terrain des Königsplatzes in der Richtung des Meridians gezogen sein. Vom Mittelpunkt der Siegessäule ab möge diese Linie nach Norden hin 55.4 m, d. h. ebenso lang sein wie der Schatten der Siegessäule in unserem früher benützten Beispiele am längsten Tage des Jahres. Nach Süden in dieser selben Richtung des Meridians soll sich die Linie bis zu 401.1 m vom Mittelpunkte der Säule an fortsetzen, d. h. um soviel, als die Länge des Schattens am Mittag des 21. Dezembers beträgt. Beide Längen hatten wir direkt ausgemessen, sie sind bekannt, nur haben wir die eine derselben nach Süden hin auf dem Terrain aufgetragen, während ja der Schatten stets nach Norden fällt. Beide Linien zusammen bilden eine gröfsere gerade Linie von 401.1 + 55.4 = 456.5 m. Dieses soll die eine Linie unseres zu bestimmenden Dreiecks sein. Die anderen beiden Linien des Dreiecks seien von beiden Enden der ersten bis zur Spitze der Siegessäule gezogen. Ihre Längen sind uns unbekannt, wir wollen sie berechnen. Dagegen kennen wir bereits die beiden Winkel, welche diese Richtungen nach der Spitze der Siegessäule mit der ersten horizontal liegenden Linie bilden. Diese Winkel sind offenbar gleich den beiden extremen Sonnenhöhen, die wir früher mit Hülfe jener Schattenlängen bestimmt haben und zwar ist der Winkel im Norden der Siegessäule, welcher von der kürzesten Schattenlänge ausgeht, gleich 61°, der andere von der längsten Schattenlänge, die wir nach Süden hin aufgetragen haben, ausgehende Winkel, gleich 14°. Man sehe darüber S. 299 unserer Zeitschrift. An dieser selben Stelle wurde auch mitgetheilt, dafs man übereingekommen ist, in dem gegebenen Falle die Siegessäule den Sinus, die Schattenlänge dagegen den Cosinus des betreffenden Winkels der Sonnenhöhe[1]) zu nennen und dafs man Tafeln berechnet hat, welche für jeden Winkel die Verhältnifszahlen dieser beiden Gröfsen, d. h. die sogenannte Tangente des betreffenden Winkels enthalten. Wir wollen uns die Sache



[1]) Mit einer gewissen Einschränkung in Bezug auf die gewählte Einheit, welche später näher zu betrachten ist.

in unserem speziellen Falle durch eine Zeichnung noch deutlicher machen. Von dem beigegebenen Dreiecke, in dessen Mitte und bis zu dessen Spitze die Siegessäule emporragt, ist die horizontale Seite d + e bekannt; a und b sollen gefunden werden. Es ist Winkel $A = 61^0$, $B = 14^0$ [2]). Die Siegessäule wollen wir kurz mit s bezeichnen. Aufser dem Uebereinkommen wegen der Tangente gelten nun noch die folgenden, die also, was wohl zu merken ist, nicht aus mathematischen Deduktionen hervorgehen, sondern nur zur Konstruktion allgemein übereinstimmender trigonometrischer Tafeln dienen, welche die nothwendigen Rechnungen wesentlich erleichtern. Diese Uebereinkommen schreiben sich algebraisch folgendermafsen:

$$\frac{s}{b} = \sin A; \ \frac{d}{b} = \cos A; \ \frac{s}{a} = \sin B; \ \frac{e}{a} = \cos B$$

$$\frac{\sin A}{\cos A} = \tang A = \frac{s}{d}$$

Es ist also auch

$$a \sin B = s = b \sin A$$

und folglich

$$b = a \frac{\sin B}{\sin A}$$

Wir sehen aus dieser letzteren Formel, dafs wir, da die Winkel A und B uns ja bekannt sind, die Seite b sofort berechnen könnten, wenn uns a bekannt wäre. Dagegen ist uns nur die Seite d + e gegeben. Aber es folgt zugleich aus einer sehr leichten Betrachtung, dafs unsere letztere Formel eine allgemeinere Bedeutung hat, dafs man nämlich die Länge einer Seite eines beliebigen Dreiecks stets findet, indem man eine andere bekannte Seite desselben zunächst multiplizirt mit dem Sinus des der zu berechnenden Seite gegenüberliegenden Winkels und dividirt durch den Sinus des Winkels, welcher der gegebenen Seite gegenüberliegt. Nennen wir also der Einfachheit wegen die gegebene Seite d + e von jetzt ab c, und den gegenüberliegenden dritten Winkel des Dreiecks C, so haben wir

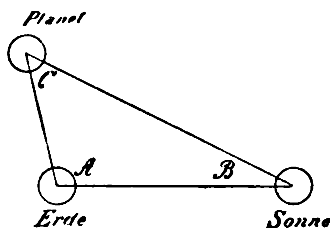
$$a = c \frac{\sin A}{\sin C}; \ b = c \frac{\sin B}{\sin C}$$

Der Winkel C ist uns zwar nicht unmittelbar gegeben, aber jedermann wird sich erinnern, dafs das erste Axiom der Geometrie lautet: Die Summe der drei Winkel eines jeden Dreiecks beträgt 180^0. Es ist folglich der Winkel $C = 180^0 - 61^0 - 14^0$ d. h. $= 105^0$.

[2]) In der Zeichnung sind die Winkel absichtlich nicht in ihrer wahren Gröfse aufgetragen.

Mit Hülfe unserer Formeln und der trigonometrischen Tafeln finden wir also sofort, dafs die Linie b, d. h. die Strecke von der Spitze der Siegessäule bis zu dem Punkte, wohin ihr kürzester Schatten fällt, 114.3 m und ferner die Linie a oder die dem längsten Schatten entsprechende = 413.3 m beträgt. Das ganze Dreieck ist uns somit durch die Rechnung bekannt geworden und zwar, was wohl bemerkt werden mufs, ohne die Höhe der Siegessäule überhaupt dazu nöthig gehabt zu haben; diese können wir vielmehr aus einem der gegebenen Winkel und einer Schattenlänge nach der oben gegebenen Formel ohne weiteres berechnen. Auf diese Art werden überhaupt unzugängliche Höhenpunkte gemessen.

Nach dieser Abschweifung auf das Gebiet der reinen Trigonometrie wollen wir nun zu unserer astronomischen Aufgabe zurückkehren, zu welcher wir die so erlangte Erfahrung benützen müssen. Wir wollen die Entfernung eines Planeten von der Sonne zu einer bestimmten Zeit berechnen, zunächst nur zu dem Zwecke, um in irgend einem verkleinerten Mafsstabe die verschiedenen, zu verschiedenen Zeiten gefundenen Entfernungen der Planeten von der Sonne vor unseren Augen aufzeichnen und daraus die wahre Form der Bahnen ermitteln zu können. Das zu solchen Entfernungsbestimmungen stets nöthige Dreieck liegt sofort vor: Die drei Ecken desselben werden durch die Sonne, den betreffenden Planeten und die Erde gebildet. Wir müssen uns zunächst danach umsehen, wieviel Stücke dieses ungeheuern Dreiecks uns ohne weiteres bekannt sind. Wir beginnen mit den Winkeln. Der eine Winkel, welcher sich an der Erde befindet, ist offenbar sofort durch die Beobachtung gegeben: Wir visiren, um ihn zu finden, mit unserem Winkelmefsinstrumente zunächst nach der Sonne hin, lesen die Richtung auf dem getheilten Kreise des Instrumentes ab und verschieben es nun, bis wir den Planeten im Gesichtsfelde haben. Die Differenz zwischen beiden Winkelablesungen ist der gesuchte Winkel. Oder, wenn wir die Länge der Sonne, d. h. ihre Winkelentfernung vom Frühlingsnachtgleichenpunkte mit S und die Entfernung des Planeten zu derselben Zeit und von demselben Anfangspunkte aller astronomischen Winkelzählungen mit L bezeichnen, so haben wir den einen Winkel des Dreiecks A = L — S. Dieser kann also unmittelbar vom Himmel abgelesen werden. Aber auch der zweite, bei der Sonne befindliche Winkel ist nach den Erfahrungen



unseres vorangegangenen Kapitels sofort gefunden. Danach sind wir ja bekanntlich im stande, wenigstens mit einem gewissen Grade der Annäherung die Richtung zu bestimmen, in welcher sich zu einer gegebenen Zeit der Planet, von der Sonne aus gesehen, befindet. Wir kennen seine heliocentrische Länge l. Die heliocentrische Länge der Erde ist aber gleichfalls bekannt; die Erde befindet sich doch offenbar von der Sonne aus gesehen genau in der entgegengesetzten Richtung, wie die Sonne von der Erde aus gesehen. Diese Länge ist also $E = S + 180^0$. Der Winkel des Dreiecks an der Sonne ist also $B = l - E$. Durch die Kenntnifs dieser beiden Winkel wird aber der dritte auch sofort bekannt; er ist $C = 180^0 - A - B$. Wir wollen die Sache gleich einmal an einem bestimmten Beispiele näher darstellen.

Am 16. April 1888[3]), zur Zeit des Greenwicher Mittags, betrug der Beobachtung zufolge die Länge der Sonne $= 26^0.88$, ferner war die geocentrische Länge des Planeten Mars um diese selbe Zeit gleich $199^0.90$. Wir haben also $A = L - S = 199^0.90 - 26^0.88 = 173^0.02$. Dieses ist der Winkel des Dreiecks bei der Erde. Zur Bestimmung des Winkels an der Sonne haben wir zunächst die heliocentrische Länge der Erde $E = 26^0.88 + 180 = 206^0.88$. Durch ganz dasselbe Interpolationsverfahren, welches wir im vorigen Kapitel angewandt haben, um die siderische Umlaufszeit des Mars zu finden, berechnen wir leicht, dafs zu der gegebenen Zeit die heliocentrische Länge des Mars $l = 204^0.26$ war. Wir haben also $B = l - E = 204^0.26 - 206^0.88 = - 2^0.62$. Es mag an dieser Stelle gleich eingeschoben werden, dafs es bei der hier anzuwendenden Formel einerlei ist, ob wir einen bestimmten Winkel negativ oder positiv nehmen, so dafs wir das Minuszeichen vor den Winkeln weglassen können. Wir haben endlich $C = 180^0 - 173^0.02 - 2^0.62 = 4^0.36$.

Die drei Winkel unseres Dreiecks sind uns damit bekannt und es handelt sich deshalb nur noch um die Kenntnifs einer der Seiten, um sofort auch die Länge der beiden andern ermitteln zu können. Nennen wir von diesen Seiten die Entfernung der Erde von der Sonne R, die Entfernung des Planeten von der Sonne r und endlich die Distanz zwischen dem Planeten und der Erde d, so haben wir also

[3]) Es wurde hier ein Beispiel gewählt, das feldmesserisch unzuläfsig wäre, wegen der kleinen Winkel, welche die Wirkungen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler bedeutend vergröfsern. Wir werden später sehen, dafs im anderen Falle eines Dreiecks mit gröfseren Winkeln durch die Interpolation noch gröfsere Fehler entstanden wären. Hier soll das Beispiel nur die Methode erläutern.

$$r = R \frac{\sin 173^0.02}{\sin 4^0.36}$$

Da wir nun vor der Hand kein Mittel wissen, eine dieser Entfernungen, z. B. R, wirklich auszumessen und es uns andererseits auch vorläufig nur darum zu thun ist, die relativen Verhältnisse dieser Entfernungen kennen zu lernen, damit wir zunächst die Form der Bahn zu bestimmen im stande sind, so können wir uns erlauben für dieses R eine ganz beliebige Zahl als Entfernung anzunehmen. Wir könnten z. B. rund 20 Millionen Meilen dafür ansetzen, weil wir wissen, dafs die Astronomen anderweitig in Erfahrung gebracht haben, dafs die Entfernung der Sonne von uns sich etwa auf soviel beläuft. Unsere letzte Formel würde dann eine bestimmte Anzahl von Meilen ergeben, welche unter dieser Voraussetzung der Planet Mars von der Sonne entfernt war. Aber einfacher gestaltet sich offenbar unsere Rechnung, wenn wir statt dieser unverbürgten 20 Millionen Meilen nur kurz 1 setzen. Die Formel ergiebt dann, um wieviel Mal weiter um diese Zeit Mars von der Sonne entfernt stand als die Erde. Wir erhalten auf diese Weise $r = 1.599$. Es ist damit ganz streng bewiesen, dafs Mars am Mittag des 16. April 1888 um 1.599 mal weiter von der Sonne abstand, als die Erde zu derselben Zeit. Diese erkannte Wahrheit ist offenbar von grofser Bedeutung für uns, denn wir sehen, dafs wir die relativen Entfernungs- und Bewegungsverhältnisse der Planeten unter einander nach strenger geometrischer Methode bestimmen können. Denn wir brauchen nur diese Methode für beliebige Zeiten zu wiederholen, um durch die Vergleichung die periodischen Veränderungen dieser Verhältnisse immer genauer zu studiren.

Zwar liegen für die unmittelbare Verwendung dieser Methode zum Zweck der Erkenntnifs der Formen der Planetenbahnen zwei wesentliche Schwierigkeiten vor, die wir noch überwinden müssen. Zunächst zeigt es sich, dafs das Interpolationsverfahren, welches wir anwandten, um die heliocentrische Länge des Planeten für eine beliebige Zeit zu finden, nicht völlig exakt ist. Wir würden, wenn wir zwischen zwei beobachteten Oppositionen, für welche ja bekanntlich die heliocentrischen Längen sofort bekannt sind, eine dritte Oppositionslänge durch Interpolation bestimmen wollten, dieselbe mit der wirklich beobachteten Länge niemals ganz genau übereinstimmend finden; wir müssen uns von diesem, hierdurch in unsere Rechnung getragenen Fehler zu befreien suchen, indem wir nur wirklich beobachtete Oppositionslängen anwenden. Wie das geschehen kann, soll sogleich gezeigt werden. Die zweite Schwierigkeit liegt in der Erwägung, dafs

bei einem zweiten Dreieck, welches für eine andere gegebene Zeit gilt als das erste, sich inzwischen zugleich auch die Entfernung der Erde von der Sonne in vorläufig noch unbekannter Weise geändert hat. Wir bekommen aber durch die Auflösung des neuen Dreiecks nur das Verhältnifs zwischen den neuen Entfernungen der Erde und des Planeten von der Sonne. Eine direkte Vergleichung der Resultate aus beiden Dreiecken mit einander ist deshalb nicht möglich.

Ich will nun das Verfahren auseinandersetzen, durch welches sich Kepler über diese Schwierigkeiten hinweghalf.

Zur eigentlichen Oppositionszeit läfst sich unsere Dreiecksmethode leider nicht anwenden, weil ja dann Sonne, Erde und Planet in einer geraden Linie stehen, d. h. überhaupt kein Dreieck bilden. Wir können aber unsere früher erworbene Kenntnifs von der siderischen Umlaufszeit des Planeten benutzen, um uns das gewünschte Dreieck für einen Moment zu verschaffen, für welchen wir die heliocentrische Länge des Planeten ebenso genau kennen wie zur Oppositionszeit selbst. Wir wissen, dafs nach einem siderischen Umlaufe der Planet von der Sonne aus gesehen in genau dieselbe Richtung wieder zurückkehrt. Wir dürfen auch ohne weiteres annehmen, dafs die vor der Hand noch unbekannte Entfernung des Planeten von der Sonne jedesmal nach einem vollen Umlauf um die letztere wieder die gleiche ist. Es ist dies, wie gesagt, vor der Hand nur eine Annahme; sie wird jedoch zur Nothwendigkeit, wenn wir von der Ueberzeugung ausgehen, dafs die Planetenbahnen in sich geschlossene Linien bilden, was ja fast ohne weiteres aus dem regelmäfsigen Spiel ihrer Bewegungen, auch wie sie sich in ihrer scheinbaren Verwickelung von der Erde aus darstellen, hervorgeht.

Sei also t irgend eine Oppositionszeit des Planeten und u seine siderische Umlaufszeit. Dann wird zur Zeit $t + u$ die heliocentrische Länge l und die Entfernung des Planeten von der Sonne r dieselbe sein, wie zur Zeit t. Für diese letztere ist l unmittelbar durch die Beobachtung gegeben, also auch für $t + u$ bekannt. Zu dieser letzteren Zeit befindet sich aber die Erde nicht mehr in der gleichen geraden Linie wie zur Oppositionszeit, und es wird also durch die drei Körper, Sonne, Erde und Planet ein regelrechtes Dreieck gebildet, dessen Winkel ebenso wie in dem früher speziell betrachteten Falle, durch die Beobachtung gegeben sind. Wir können in diesem Dreieck also r sofort berechnen, wenn wir $R = 1$ setzen. Wir bekommen dadurch das diesmal ganz genaue Verhältnifs zwischen den jeweiligen Entfernungen der beiden betreffenden Himmelskörper von der Sonne.

Wir gehen nun weiter und lassen noch eine siderische Umlaufszeit des Planeten eintreten. Zur Zeit $t + 2u$ sind wieder r und l dieselben wie vorhin, nur die Lage der Erde zur Sonne ist eine verschiedene geworden. Wir bekommen ein neues Dreieck, in welchem wir wiederum alle Winkel bestimmen können und uns zugleich der wichtige Vortheil zu statten kommt, dafs auch die eine Seite r mit der vorhin gewählten Einheit gemessen, genau bekannt ist. Wir können deshalb diesmal R, die Entfernung der Erde von der Sonne, ebenso genau berechnen und bekommen sie jetzt in der früheren Einheit ausgedrückt. Dieses Verfahren giebt uns also genauen Aufschlufs über die Entfernungsveränderungen der Erde von der Sonne in einer bestimmten Zwischenzeit. Wir können nun offenbar dieses selbe Verfahren noch weiter fortsetzen und die betreffenden Dreiecke für die Zeiten $t + 3u$, $t + 4u$ u. s. w. berechnen. Wir bekommen dann jedesmal ein anderes R, und alle diese Entfernungen sind mit einem und demselben Mafsstabe gemessen; wir können sie rings um den Punkt, welcher die Sonne darstellen mag, aufzeichnen und bekommen dann, indem wir die Endpunkte dieser Linien durch eine Kurve verbinden, ein genaues Abbild der wahren Form der Erdbahn. Wir wollen auch hier wieder die Sache durch ein praktisches Beispiel erläutern.

Nach der im vorigen Hefte gegebenen Tafel fand eine Opposition des Mars 1877 September 5.50 statt. Die Länge des Planeten war nach dieser selben Tafel damals $l = 343^{0}.47$. Durch Addition der siderischen Umlaufszeit $u = 686.98$ Tage zu dem soeben angeführten Momente finden wir $t + u$ = 1879 Juli 24.48. Zu dieser Zeit wurde nun beobachtet die Länge der Sonne $S = 121^{0}.60$ und die geocentrische Länge des Mars $L = 30^{0}.71$. Die heliocentrische Länge des Planeten mufste, wie wir wissen, gleichzeitig dieselbe sein, wie zur Oppositionszeit, $l = 343^{0}.47$. Wir haben deshalb $A = L - S = 90^{0}.89$, $B = l - E = 41^{0}.87$, und demnach $C = 47^{0}.24$. Indem wir nun die Entfernung der Sonne von uns in diesem Momente $R = 1$ setzen, erhalten wir nach der oben angegebenen Formel

$$r = \frac{\sin\ 90^{0}.89}{\sin\ 47^{0}.24} = 1.362$$

Das heifst also, Mars befand sich um diese Zeit um 1.362 mal weiter von der Sonne entfernt, als die Erde. Das liefs sich mit mathemathischer Bestimmtheit nachweisen. Wir gehen nun weiter und bestimmen zunächst die Zeit $t + 2u$ = 1881 Juni 10.46. Um diese Zeit wurde beobachtet $S = 80^{0}.06$ und $L = 22^{0}.03$. Auch diesmal ist $l = 343^{0}.47$. Es folgt daraus $A = 58^{0}.03$, $B = 83^{0}.41$ und $C = 38^{0}.56$.

Diesmal wollen wir R für diese Zeit bestimmen, da wir $r = 1.362$ bereits aus dem vorher bestimmten Dreiecke kennen. Nach den früher gefundenen trigonometrischen Regeln ergiebt sich diese Entfernung

$$R = r \frac{\sin C}{\sin A} = 1.362 \frac{\sin 38^0.56}{\sin 58^0.03} = 1.001$$

Es zeigt sich also, dafs die Entfernung der Erde von der Sonne am 10. Juni 1881 fast genau dieselbe war, wie am 24. Juli 1879. Wenn wir nun diese Rechnung noch für die beiden nächsten siderischen Umläufe $t + 3u$ und $t + 4u$ wiederholen, so finden wir, dafs dagegen diese Entfernung am 28. April 1883 nur 0.993 derjenigen vom 24. Juli 1879 betrug und dafs endlich dieses Verhältnifs am 15. März 1885 auf 0.980 herabgesunken war.

Indem wir nun diese Rechnungsmethode auf eine zweite Opposition anwenden, erhalten wir abermals eine Serie von Entfernungen der Erde von der Sonne, welche allerdings in einer anderen Einheit ausgedrückt sind. Diese zweite Opposition läfst sich indefs so auswählen, dafs eine dieser Entfernungen, Radien vectoren genannt, nahezu um dieselbe Zeit stattfindet, wie eine aus der ersten Serie. Diese mufs also in der That jener gleich oder doch so nahe gleich sein, dafs der sehr kleine Unterschied so zweifellos gleichmäfsig mit der Zeit fortschreitet, dafs man denselben durch eine Interpolation in der mehrfach angewendeten Weise fortschaffen kann. Das direkte Rechnungsresultat giebt indefs verschiedene Zahlen für diese gleichen Radien, weil sie sich auf verschiedene Einheiten beziehen, d. h. mit verschiedenem Mafse gemessen wurden. Da wir nun aber wissen, dafs diese betreffenden beiden Radien in der That gleich lang sind, so läfst sich unmittelbar das Verhältnifs der beiden angewandten Mafseinheiten unter einander bestimmen und alle in der einen Mafseinheit angegebenen Gröfsen sind auf die andere zurückzuführen. So können wir es mit weiteren Reihen machen, bis wir endlich eine genügend grofse Anzahl von über den ganzen Umkreis vertheilten Radien der Erdbahn besitzen, welche uns völlig genügende Anhaltspunkte für unser fortgesetztes Studium der genauen Form dieser Bahn gewähren. Folgende Tabelle ist das Resultat einer solchen successiven Berechnung. In der ersten Reihe sind die heliocentrischen Richtungen angegeben, für welche die betreffenden Radien gelten; in der zweiten befinden sich diese letzteren selbst, in der dritten sind die direkt zu beobachtenden mittleren täglichen Bewegungsgeschwindigkeiten der Sonne von der Erde aus gesehen (offenbar identisch mit denen der Erde von der Sonne gesehen), hingeschrieben.

E	R	v	E	R	v
10°	1.000	0°.986	190°	1.000	0°.986
40	0.991	1 .003	220	1.008	0 .970
70	0.986	1 .015	250	1.014	0 .957
100	0.983	1 .020	280	1.017	0 .953
130	0.985	1 .015	310	1.015	0 .957
160	0.991	1 .002	340	1.008	0 .969

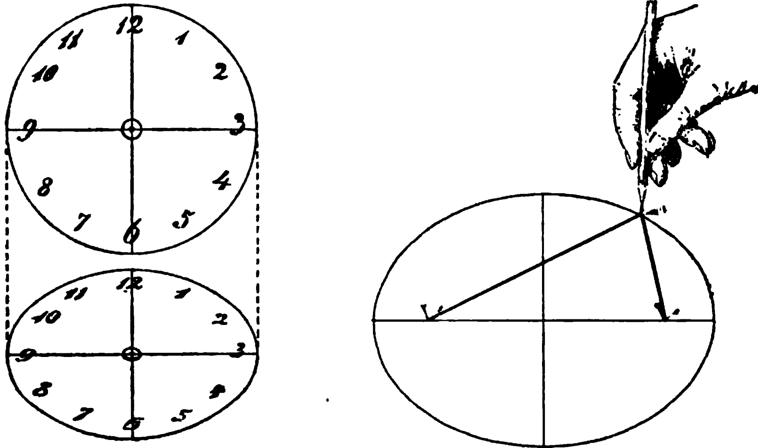
Diese Tafel giebt uns sehr merkwürdigen Aufschlufs über die gesetzmäfsigen Veränderungen unserer Entfernung von der Sonne. Sie zeigt zwar keine sehr bedeutenden Variationen, d. h. die Erdbahn ist von einem Kreise nicht sehr verschieden, aber die doch in den Zahlen deutlich hervortretenden Aenderungen der Entfernungen zeigen sich in ganz bestimmter Weise abhängig von der Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn; wenn diese am gröfsten ist, so befinden wir uns der Sonne am nächsten; das findet etwa bei 100° heliocentrischer Erdlänge statt, welche Lage die Erde zur Zeit am 1. Januar jeden Jahres einnimmt. .Sechs Monate später, bei genau 180° gröfserer Länge (280°), findet bei gröfsester Entfernung die langsamste Bewegung statt· Wir haben hier also in streng geometrischer Beweisführung eine Thatsache nachgewiesen, deren erste Vorahnung sich gewissermafsen bereits in jenem excentrischen Kreise Hipparchs verkörperte, durch welchen die Sonne uns ja in der That in jener nun exakt gefundenen Richtung ferner gerückt wurde. Nach Hipparch war allerdings diese Abnahme der Geschwindigkeit der nach ihm in dem excentrischen Kreise selbst sich gleichmäfsig schnell bewegenden Sonne nur eine scheinbare.

Aus der Diskussion der nach der eingehend beschriebenen Methode gefundenen wirklichen Bewegungen und dazu gehörigen relativen Entfernungen geht indefs nunmehr mit Sicherheit hervor, dafs jener selbst noch von Copernikus festgehaltene excentrische Kreis nicht mehr genügt, um die hier niedergeschriebenen Thatsachen der Beobachtung und mathematischen Deduktion zu erklären. Die Form der Bahn, wie sie sich aus den Zahlen der letzten Tabelle ergiebt, ist kein Kreis, sondern eine Ellipse.

Wir müssen bei diesem wichtigsten Satze der neuen durch Kepler reformirten Astronomie stehen bleiben, um uns zunächst zu vergegenwärtigen, was eine Ellipse ist und wie sie entsteht. In Form einer Ellipse stellt sich uns jeder Kreis dar, welchen wir unter einem schiefen Winkel sehen. Wir erkennen bei der Betrachtung einer solchen Figur sofort, dafs dieselbe einen gröfsten und einen klein-

sten Durchmesser besitzt, welcher letztere auf dem ersteren senkrecht steht. Bei der Ellipse heifst der gröfste Durchmesser die grofse, der kleinste die kleine Achse; erstere wird bei algebraischer Rechnung gewöhnlich mit a, letztere mit b bezeichnet. Man kann sich nun eine Ellipse, für welche diese beiden ihre Form völlig bestimmt ausdrückenden Gröfsen a und b gegeben sind, beinahe ebenso leicht aufzeichnen, wie einen Kreis. Das geschieht folgendermafsen:

Man ziehe zunächst eine Linie von der Länge der grofsen Achse und errichte senkrecht auf ihrer Mitte die kleine Achse, so dafs beide durch den Kreuzungspunkt in zwei gleiche Hälften getrennt sind. Nun nehme man zwei Stecknadeln und einen Faden und befestige die



ersteren derart an demselben, dafs der Faden zwischen ihnen gerade ebenso lang ist, wie die grofse Achse. Man befestige nun zunächst die Mitte dieses Fadens an einem Ende der kleinen Achse und darauf die beiden Stecknadeln derart auf der grofsen Achse, dafs der Faden straff gespannt ist. Nach dieser einfachen Vorbereitung ist die gewünschte Ellipse sofort zu ziehen, indem man die Spitze des Bleistifts so am Faden entlang führt, dafs dieser stets straff gespannt bleibt.[4]) Eine so entstehende Ellipse ist nicht etwa nur annäherungsweise richtig, sondern entspricht (soweit nicht die unvermeidlichen Fehler der technischen Ausführung hinzukommen) durchaus den strengen Anforderungen, welche die Geometrie an eine solche Curve stellt.

Diese Anforderungen können natürlich auch durch die mathe-

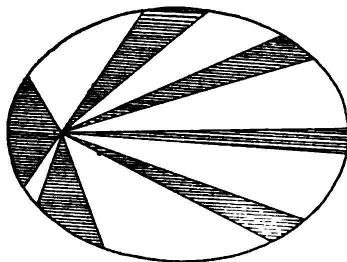
[4]) Die beiden Stecknadeln befinden sich alsdann in den beiden sogenannten Brennpunkten der Ellipse.

matische Rechnung präcisirt werden und auf diese kommt es uns begreiflicherweise bei der stets mehr nöthig werdenden Schärfe der Prüfung ganz besonders an. Ich darf mich jedoch hier bei den rein geometrischen Betrachtungen über die Eigenschaften der Ellipse nicht länger aufhalten und meine Leser müssen es mir diesmal aufs gegebene Wort allein glauben, dafs man die Entfernung eines beliebigen Punktes der Peripherie einer Ellipse von einem ihrer Brennpunkte durch eine sehr einfache Berechnung für eine beliebig gegebene Richtung finden kann. Durch die Vergleichung solcher Rechnung mit den Resultaten jener feldmesserischen Thätigkeit, durch welche wir vorhin die relativen Entfernungen der Erde von der Sonne genau zu bestimmen im stande waren, ergiebt sich sofort mit vollkommener Sicherheit, dafs die Erde sich wirklich in einer genauen Ellipse um die Sonne bewegt, oder umgekehrt die Sonne um die Erde, was wir ja bisher immer noch nicht definitiv von einander unterscheiden konnten, und dafs sich der ruhende Körper in einem der Brennpunkte jener Ellipse befindet.

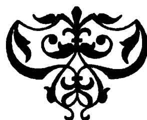
Nachdem wir nun die Form der Erdbahn genau erkannt haben, können wir auch durch Rechnung den Radius vector der Erde für jede beliebige Zeit, in einer bestimmten Einheit ausgedrückt, berechnen. Wir kennen also dadurch stets ohne weiteres die eine Seite eines durch Sonne, Erde und einen anderen Planeten gebildeten Dreiecks. Wir sind deshalb auch im stande für irgend eine Zeit, für welche wir die heliocentrische Länge des betreffenden Planeten durch die oben angegebenen Methoden erfahren haben, seine jedesmalige Entfernung von der Sonne, jetzt nun stets mit ein und demselben Mafsstabe gemessen, zu bestimmen. Wir erhalten folglich auch die Radien vectoren r des Planeten für beliebig viele seiner heliocentrischen Längen l, und können nun auch dessen Bahn genau bestimmen. Wir kommen dabei zu demselben Resultate, wie bei der Erde, dafs sich nämlich unter den gemachten Voraussetzungen jeder Planet in einer Ellipse um die Sonne bewegt, in deren einem Brennpunkte sich die letztere befindet. Dieses grundlegende Resultat unserer geometrisch strengen Deduktion bezeichnet man bekanntlich mit dem Namen des ersten Keplerschen Gesetzes.

Das sogenannte zweite Keplersche Gesetz, welches für unsere späteren Entwicklungen von keiner besonderen Bedeutung sein wird, drückt die Beziehung aus, welche wir bereits zwischen der Veränderung der Entfernungen in jener Ellipse und den Geschwindigkeiten des Planeten in seiner Bahn entdeckt haben. Es besagt, dafs die von den Radien vectoren eines Planeten auf seiner Ellipse gleichsam

bestrichenen Flächen immer der dazu verwendeten Zeit proportional sind. Es geht daraus hervor, dafs und wieviel der Planet in seinem Perihel schneller laufen mufs, als im Aphel. Denn im ersteren sind dessen Radien kleiner als im letzteren. Die Flächenräume zwischen zweien derselben sind also, bei gleichbleibendem Winkel an der Sonne, kleiner für das Perihel als für das Aphel. Da nun aber nach dem ausgesprochenen Gesetze für eine gleiche Zeit, welche dem Planeten zu seiner Bewegung auf der Peripherie seiner Ellipse gegeben wird, die beschriebene Fläche die gleiche bleibt, in welchem Theile seiner Bahn er sich auch befinden mag, so mufs der Winkel zwischen den beiden begrenzenden Radien nothwendig im Perihel ein gröfserer sein als im Aphel, d. h. der Planet mufs sich in ersterem schneller bewegen. Auch dieses Gesetz folgerte Kepler direkt aus den Ergebnissen seiner Feldmefsarbeit am Himmel. Er bestimmte das Areal dieser verschiedenen Ellipsenabschnitte ganz wie ein Geometer die Felder absteckt.



Diese so ungemein einfache Beziehung zwischen der Entfernung eines Himmelskörpers von dem Centralpunkte seines Systems und der Geschwindigkeit seiner Bewegung mufste in dem prophetischen Geiste des grofsen Reformators der theoretischen Sternkunde die innige Ueberzeugung immer mehr befestigen, dafs eine einheitliche ewige Kraft von diesem Mittelpunkte mit gleicher Energie die Zügel aller Planeten-Bewegungen lenken müsse. Die Bestätigung dieser hohen Anschauung, welche dem Weltgedanken von der Einheit des Ganzen erst die wahre Universalität verleihen konnte, lieferte sein drittes und höchstes Gesetz, mit dem wir uns in den folgenden Betrachtungen eingehender zu beschäftigen haben.





Die Photogrammetrie oder Bildmefskunst.

In diesem Jahre feiert die Photographie das Jubiläum ihres fünfzigjährigen Bestehens. Am 10. August 1839 übergab die französische Regierung das von Daguerre entdeckte Verfahren, Bilder auf Silberplatten herzustellen, der Oeffentlichkeit, nicht ohne vorher dem Entdecker eine lebenslängliche jährliche Pension von 6000 Franken ausgesetzt zu haben. Die Daguerrotypie, anfänglich nur Portraitirkunst, fand sehr schnell allerorten begeisterte und fähige Jünger, in deren Händen sie allmählich in der umfassenderen Gestalt der Photographie zu einem bedeutungsvollen Zweige der Wissenschaft und Technik emporgewachsen ist. Jetzt erstreckt sich die Anwendung der Photographie auf fast alle Zweige menschlichen Könnens und Wissens. Dem Astronomen dient sie zur Anfertigung neuer Himmelskarten von ungeahnter Vollständigkeit, zur Entdeckung neuer und genaueren Kenntnifs der bereits entdeckten Welten, dem Physiker oder Meteorologen überliefert sie schnell vorübergehende Naturerscheinungen zu einem späteren, ruhigeren Studium. Dem Zoologen, Botaniker, Mineralogen und Geologen fertigt sie getreue makro- und mikroskopische Abbildungen aus dem Thier-, Pflanzen- und Steinreich. Dem Geographen hilft sie Karten entwerfen. Der Künstler selbst kann ihrer nicht entrathen. Sie verbreitet seine Schöpfungen in getreuen Kopien, die Schätze der Museen und Kunsthallen für jedermann erschliefsend. Die verschiedenen diesjährigen photographischen Jubiläumsausstellungen zu Berlin,[1]) München, Paris, St. Peters-

[1]) Die photographische Jubiläums-Ausstellung zu Berlin wird von der „Deutschen Gesellschaft von Freunden der Photographie zu Berlin“ unter Mitwirkung des „Berl. Vereins zur Förderung der Photographie“ und der „Schlesischen Gesellschaft von Freunden der Photographie zu Breslau“ in den Monaten September-Oktober veranstaltet und in dieser Zeitschrift z. Z. eingehend besprochen werden.

burg, Washington, Philadelphia u. s. w. werden berufen sein, die gesteigerten Leistungen der Photographie der Neuzeit einem gröfseren Kreise des Publikums darzuthun.

Heute wollen wir unsern Lesern von einem neuesten Fortschritt auf dem Gebiete der Photogrammetrie oder Bildmefskunst, welche für alle diejenigen der obenerwähnten Zweige von der gröfsten Bedeutung ist, in denen zahlenmäfsige Beziehungen eine Rolle spielen, kurz berichten, nämlich von Prof. C. Koppes Phototheodoliten. Die Photogrammetrie ist die Lehre von der Verwerthung von Photographien zu Messungszwecken, insbesondere zur Landes- und Bau-Vermessung, und diese Verwerthung wird durch Koppes Phototheodolit in sicherster und einfachster Weise ermöglicht. In Bezug auf die historische Entwickelung der Photogrammetrie verweisen wir auf Pizzighelli[2]) und Pietsch[3]) und erwähnen hier nur die grofsen Verdienste Meydenbauers um die Einführung der Photogrammetrie in die Praxis. Meydenbauers Bestrebungen haben seitens des preufsischen Cultusministers, Herrn Dr. von Gossler, durch Gründung eines Institutes zu photogrammetrischen Aufnahmen vaterländischer Baudenkmäler zu Berlin eine lebhafte Förderung gefunden.

Koppes Phototheodolit, der auf dem VIII. deutschen Geographentage zu Berlin ausgestellt war und in einem besonderen Lehrbuch[4]) der Bildmesskunst näher beschrieben wird, unterscheidet sich von Meydenbauers und Vogels oder Doergens photogrammetrischen Apparaten dadurch, dafs er die Winkelmessung in noch einfacherer Weise von den instrumentalen Fehlerquellen unabhängig macht.

Von anderen Theodoliten unterscheidet sich der Phototheodolit (Fig. 1) nur dadurch, dafs seine horizontale Fernrohraxe konisch aus-

---

2) „Handbuch der Photographie für Amateure und Touristen“, Halle 1887 Bd. II S. 266 ff.

3) „Photogrammetrie“, Vortrag gehalten im Verein zur Beförderung des Gewerbefleifses zu Berlin am 1. März 1886.

4) Prof. Dr. C. Koppe: „Die Photogrammetrie oder Bildmefskunst“, Weimar 1889, Verlag der deutschen Photographen-Zeitung. Dieses Lehrbuch ist wegen seiner klaren Ausdrucksweise und Verständlichkeit für jedermann, — es setzt nur die Elemente der Mathematik als bekannt voraus -- sehr empfehlenswerth Wir müssen uns hier auf eine Wiedergabe des Inhaltsverzeichnifses beschränken, da eine nähere Besprechung uns zu weit führen würde. Kap. I. Photogrammetrische Konstruktionen. II. Die photographischen Objektive. III. Der Phototheodolit. IV. Ueber einige andere photogrammetrischen Apparate. V. Prüfung und Berichtigung des Phototheodoliten. VI. Die Bestimmung der Bildweite. VII. Ueber den Einflufs verschiedener Fehlerquellen. VIII. Die photogrammetrische Aufnahme des Rofstrappefelsens im Harz.

gedreht ist (Fig. 2), um die photographische Camera aufnehmen zu können. Das Instrument ist mit und ohne Camera genau äquilibrirt. Auf diese Weise kann es selbständig, wie jeder andere Theodolit, zu allen astronomischen und geodätischen Messungen benutzt werden; zu photogrammetrischen Arbeiten braucht alsdann nur die Camera eingesetzt zu werden, was in wenigen Sekunden mit voller Sicherheit geschehen kann. Wiederholte Versuche haben dargethan, dafs nicht

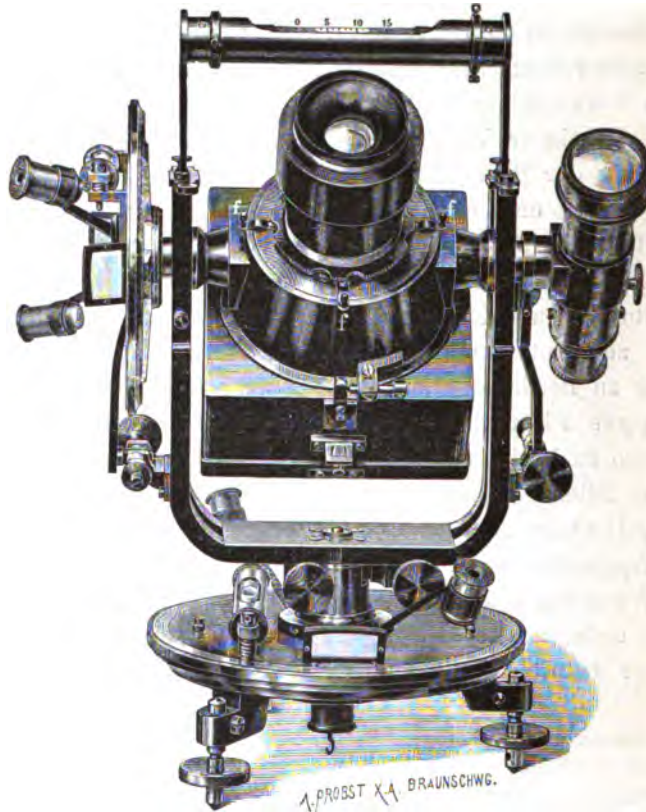


Fig. 1. Koppes Phototheodolit mit Camera.

die geringste Abweichung der optischen Axe der photographischen Camera nach dem Herausnehmen und Wiedereinsetzen der letzteren innerhalb der in Betracht kommenden Genauigkeitsgrenzen zu erkennen ist. Die unveränderte Lage der Camera wird theils durch den starken Konus mit den zu ihm senkrechten Auflagerflächen FF in Fig. 2, theils durch die vier kleinen, aber starken metallenen Federn ff in Fig. 1 und die Berührung des Anschlagstiftes der photographischen Camera mit der Stellschraube b in Fig. 2 gesichert. Der Verpack-

kasten des Instrumentes dient zugleich als Dunkelkammer für den Plattenwechsel, wodurch nicht nur ein besonderer Wechselsack erspart wird, sondern auch die sonst üblichen, stets in gröfserer Zahl nothwendigen Doppelkassetten, die zudem eine neue Fehlerquelle bilden, in Wegfall kommen.



Fig. 2. **Koppes Phototheodolit ohne Camera.**

Durch diese Anordnungen ist erreicht worden, dafs mit ein und demselben Apparate beliebig direkt oder photogrammetrisch bei allen Neigungswinkeln gleich sicher und bequem beobachtet werden kann. Zwei gesonderte Instrumente zum gleichen Zwecke wären erheblich unbequemer und kostspieliger, und photogrammetrisch da arbeiten, wo eine direkte Beobachtung sicherer und bequemer ist, hiefse die Photogrammetrie in Mifskredit bringen. Der Phototheodolit empfiehlt sich somit als ein bequem zu handhabendes Universalinstrument, gleich gut

geeignet für geodätische, astronomische, meteorologische, geographische und architektonische Messungen.

Es dürfte für unsere Leser noch von besonderem Interesse sein, dafs auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Foerster photogrammetrische Apparate nach Angabe des Herrn Jesse bereits angefertigt werden, um im Juni und Juli dieses Jahres korrespondirende Höhenmessungen der leuchtenden Nachtwolken[5]) auf verschiedenen Stationen zu erzielen. Eine andere nützliche Verwendung dürfte der Apparat bei der bevorstehenden Ausführung eines Planes des Amateur-Vereines für Luftschifffahrt finden. Herr Ingenieur v. Siegsfeld hat kleine Thermometer konstruirt, die bei bestimmten Temperaturen durch Schliefsung eines elektrischen Stromes ein Lichtsignal geben. Es sollen nun kleine Ballons von 1—2 Meter Durchmesser mit solchen Thermometern ausgerüstet, Nachts unter elektrischer Beleuchtung aufgelassen und die Lichtsignale der Thermometer mit dem Phototheodoliten beobachtet werden, um photogrammetrisch die jeweilige Höhe der Ballons festzulegen. Auf diese Weise wird es vielleicht gelingen, das Gesetz der Temperaturabnahme mit der Höhe, welches in so vielen meteorologischen, physikalischen und astronomischen Fragen eine wichtige Rolle spielt, genauer und eingehender studiren zu können.

Während die Photogrammetrie so einerseits gerade für Amateure eine in vieler Beziehung günstige und ergiebige Gelegenheit zur eigenen Bethätigung in den naturwissenschaftlichen Forschungszweigen darbietet, ist sie andererseits berechtigt, die volle Aufmerksamkeit der Fachleute zur Verbesserung und Vertiefung ihrer Methoden in Anspruch zu nehmen.

F. S. Archenhold.



Ausrüstung der Sternwarte in Nizza. Nach dem Pariser „Annuaire pour 1889" stehen dem von Baron Bischofsheim gegründeten Observatorium in Nizza derzeit ausser einem reichhaltigen Park von spektralanalytischen, magnetischen und meteorologischen Apparaten folgende grofse Instrumente zur Verfügung: ein Aequatorial von 76 cm (25″) Objektivöffnung, ein ebensolches von 38 cm (12″), ein grofser Meridiankreis von Brunner, ein kleinerer von Gautier; die Montirung der Aequatoriale ist von Gautier, die Objektive derselben von Henry. Die Beleuchtung der Räume geschieht durch Elektricität, jene der Mikroskope auf gleichem Wege.

5) Siehe Heft 5, S. 284—86.

Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Juni-Juli.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

		Aufgang	Untergang
20. Juni	Letztes Viertel	0h 33m Mg.	11h 52m Vm.
27. „	Erdferne	3 2 „	7 43 Ab.
28. „	Neumond	3 41 „	8 36 „
6. Juli	Erstes Viertel	0 25 Nm.	Mttn.
12. „	Erdnähe, Vollmond	8 17 Ab.	3 1 Mg.

Maxima der Libration:
19. Juni, 5., 17. Juli.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
14. Juni	6h 4m	+20°45'	4h 30m Mg.	8h 36m Ab.	2h 39m	+12° 28'	1h 58m Mg.	4h 18m Nm.
18. „	5 55	+19 47	4 14 „	8 8 „	2 50	+13 4	1 50 „	4 16 „
22. „	5 46	+19 4	3 56 „	7 41 „	3 2	+13 46	1 42 „	4 16 „
26. „	5 38	+18 43	3 36 „	7 14 „	3 14	+14 32	1 34 „	4 18 „
30. „	5 35	+18 47	3 16 „	6 54 „	3 28	+15 21	1 28 „	4 20 „
4. Juli	5 37	+19 13	2 59 „	6 41 „	3 43	+16 10	1 20 „	4 24 „
8. „	5 45	+19 56	2 44 „	6 36 „	3 58	+16 59	1 14 „	4 28 „
12. „	5 58	+20 48	2 34 „	6 38 „	4 13	+17 47	1 9 „	4 33 „
16. „	6 17	+21 39	2 30 „	6 46 „	4 29	+18 32	1 4 „	4 38 „
	12. Juli größte westl. Elongation.				26. Juni Sonnenferne. 10. Juli größte westl. Elongation.			

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Juni	5h 30m	+23°56'	3h 40m Mg.	8h 32m Ab.	18h 21m	—23° 10'	9h 9m Ab.	4h 51m Mg.
18. „	5 48	+24 7	3 33 „	8 27 „	18 18	—23 12	8 42 „	4 24 „
24. „	6 6	+24 11	3 27 „	8 23 „	18 15	—23 14	8 15 „	3 57 „
30. „	6 23	+24 8	3 20 „	8 17 „	18 12	—23 16	7 49 „	3 30 „
6. Juli	6 41	+23 57	3 16 „	8 10 „	18 8	—23 18	7 22 „	3 2 „
12. „	6 58	+23 40	3 12 „	8 2 „	18 5	—23 19	6 55 „	2 35 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
10. Juni	9h 16m	+17° 5'	8h 21m Mg.	11h 39m Ab.	13h 7m	— 6° 28'	2h 21m Nm.	1h 25m Mg.
18. „	9 19	+16 52	7 54 „	11 8 „	13 7	— 6 26	1 49 „	0 53 „
26. „	9 22	+16 37	7 27 „	10 39 „	13 7	— 6 26	1 18 „	0 20 „
4. Juli	9 25	+16 21	7 1 „	10 9 „	13 7	— 6 27	0 46 „	11 46 Ab.
12. „	9 29	+16 4	6 35 „	9 39 „	13 7	— 6 30	0 15 „	11 14 „

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
15. Juni	4h 4m	+19° 10'	2h 41m Mg.	6h 25m Nm.
30. „	4 7	+19 16	1 43 „	5 29 „
15. Juli	4 8	+19 20	0 45 „	4 31 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

21. Juni	I. Trab.	Verfinst.	Eintritt	1h	18m	Mg.
25. „	II. „	„	Austritt	10	41	Ab.
29. „	I. „	„	„	11	53	„
3. Juli	II. „	„	„	1	17	Mg.
3. „	III. „	„	„	9	28	Ab.
7. „	I. „	„	„	1	48	Mg.
8. „	I. „	„	„	8	16	Ab.
11. „	III. „	„	„	1	29	Mg.
15. „	I. „	„	„	10	11	Ab.

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar.)

	Gröfse	Eintritt	Austritt
20. Juni: * 30 Piscium	4.8m	3h 32m Mg.	3h 59m Mg.

(Sonnenaufgang 7m nach Eintritt des Sternes.)

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1889 Rectas.	1889 Declin.
R Piscium	7. Juli	7.8 Gr.	12—13 Gr.	1h 24m 55s	+ 2° 18'
U Monoc.	5. „	6 „	7 „	7 25 29	— 9 33
Z Virginis	6. „	5 „	8 „	14 4 22	— 12 47

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 22., 27. Juni, 2., 7., 12. Juli Vm.
S Cancri . . 24. Juni Mg., 3. Juli Nm., 13. Mg.
δ Librae . . 15. Juni Nm., 20. Mg., 24. Ab., 29. Mtt., 4. Juli Mg., 8. Ab., 13. Mtt.
U Coronae . . 19. Juni Mg., 26. Mg., 2. Juli Ab., 9. Ab.
U Ophiuchi . (Jedes 4. Min.): 15. Juni Mg., 18. Nm., 22. Mg., 25. Vm., 28. Ab., 2. Juli Mg., 5. Mtt., 8. Ab., 12. Mg., 15. Nm.
Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 16. Juni Ab., 21. Mg., 25. Ab., 30. Mg., 4. Juli Ab., 9. Mg., 13. Ab.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 8. Juli.
β Lyrae . . 12., 25. Juni, 8., 21. Juli.
η Aquilae . . 4., 11., 18., 25. Juni, 3., 10. Juli.
δ Cephei . . 20., 26. Juni, 1., 6., 12. Juli.

6. Meteoriten.

Der Monat Juli ist ziemlich reich an periodischen Meteorschwärmen. Die August-Perseiden (Maximum am 10. August) haben nach Denning ihren Anfang noch in der ersten Hälfte des Juli.

Zwölf Grad südlich von dem Radiationspunkte dieses Schwarmes,*) zwischen α und β des Perseus, liegt nach Denning der Radiant eines etwa am 6. Juli beginnenden Meteoritenstromes von sehr kontinuirlicher Dauer, der bis in den November anhält und bisweilen reichliche Sternschnuppenfälle liefert. Ebenfalls noch in die erste Hälfte des Juli fallend und bis November reichend, ist ein Schwarm, der seinen Ausgang von einer Position etwa $1^1/_2$ Grad nördlich des Sternes β Trianguli**) nimmt.

7. Leuchtende Nachtwolken.

(Wir beziehen uns betreffs der wünschenswerthen Beobachtung dieser Erscheinung auf unsere Bemerkungen im Mai-Heft.)

8. Nachrichten über Kometen.

Der am 31. März von Barnard entdeckte Komet (s. Maiheft), der sich anfangs als sehr kleiner, nur 10 Sekunden grofser Nebel 12.—13. Gröfse zeigte und einen Schweif von 15 Minuten Länge mit sich führte, ist der Beobachtung bald wieder entzogen worden. Das Gestirn wird nämlich, wie die jetzt vorliegenden besseren Bahnelemente***) zeigen, erst um Mitte Juni in die Sonnennähe gelangen; es näherte sich also im April und Mai mehr und mehr der Sonne, verlor rasch an Lichtstärke und hatte in der Abenddämmerung eine tiefe Stellung am Horizonte, so dafs es kaum länger als bis Anfang Mai verfolgbar blieb. In der That sind verhältnifsmäfsig wenig Beobachtungen aus München, Strafsburg, Kopenhagen, Algier, Bordeaux und dem Lick-Observatorium eingelangt. Erst nach dem Perihel, mit Anfang August, werden die Sichtbarkeitsverhältnisse günstig, der Komet wird dann an Lichtstärke bis zu der Helligkeit wieder zugenommen haben, die er bei der Entdeckung besafs. Er ist zu dieser Zeit bald nach 2 Uhr Morgens beobachtbar und steht im nördlichen Theile des Orion, westlich vom Kopfe desselben.



Duplicität von α Ursae majoris. Zu den neuesten Leistungen des Riesenfernrohrs der Lick-Sternwarte (s. Maiheft „Himmel und Erde") zählt die Zerlegung eines der bekanntesten Sterne unseres nördlichen Himmels, des Sternes α im „grofsen Bären", in ein Doppelsternsystem. Dieser alte Leitstern der Araber (von ihnen Dubhe genannt) hat nach Burnham neben dem Hauptstern zweiter Gröfse noch einen schwachen Begleiter elfter Gröfsenklasse. Die Distanz beider Gestirne ist nur 0.9 Bogensekunden, der Positionswinkel 328 Grad. Im Lick-Refraktor soll die Trennbarkeit dieses wegen des grofsen Helligkeitsunterschiedes der Komponenten für andere Fernröhre kaum zugänglichen Doppelsternpaares bei guter Luft nicht allzu schwierig sein. *



Die Mondbilder, welche in vortrefflicher heliographischer Wiedergabe eines am grofsen Refraktor der Lick-Sternwarte angefertigten Photogramms diesem Hefte beigegeben sind, lassen infolge besonders günstiger Verhältnisse

*) Der Radiationspunkt der Perseiden liegt bei AR = 46°, D = + 57°.

**) AR = 30°, D = + 36°.

***) Die Bahnbestimmungsverhältnisse erwiesen sich für die Rechnung wegen der geringen geocentrischen Bewegung des Kometen als ziemlich ungünstig.

in Bezug auf die Zeit der Aufnahme sehr deutlich die sogenannte scheinbare Libration des Mondes erkennen, worauf wir unsere Leser besonders hinzuweisen nicht versäumen wollen. Nahe dem unteren, nördlichen Horne wird man z. B. im Bilde des ersten Viertels zwei gröſsere Ringgebirge (Eudoxus und Aristoteles) bemerken; ebendieselben sind auch an der Lichtgrenze im Bilde des letzten Viertels sichtbar, erscheinen aber hier sehr merkbar in Bezug auf den Mondrand nach rechts oben verschoben. Die Ursache hierfür liegt darin, daſs der Mond uns eben nicht stets genau dieselbe Seite zuwendet, sondern in seiner Stellung gegen die Erde geringe Schwankungen aufweist, die man als Libration bezeichnet hat und welche bewirken, daſs wir im Laufe der Zeit $^4/_7$ der gesamten Mondoberfläche zu sehen bekommen, während uns nur $^3/_7$ für immer unsichtbar bleiben. Diese Libration entsteht durch besondere Bewegungsverhältnisse des Mondes in seiner Bahn. Ob es auſser dieser scheinbaren Libration auch eine physische Libration giebt, dadurch hervorgebracht, daſs die Rotationsdauer des Mondes nicht immer genau mit seiner Umlaufszeit übereinstimmt, ist eine noch unentschiedene Frage, da diese wirkliche Schwankung sicherlich von nur sehr geringer Gröſse sein kann.



Druckfehlerberichtigung.

Auf Seite 442, vorletzte Zeile, ist leider ein sinnstörender Druckfehler stehen geblieben. Statt „Zoll“ muss es „Bogensekunden“ heissen.





Herrn Oberlehrer W. Krüger in Tilsit. Ihre sehr interessanten Mittheilungen über die Beobachtung leuchtender Wolken im vorigen Sommer bringen wir sehr gern durch theilweisen Abdruck zur Kenntnifs unserer Leser, um dadurch von neuem zur Beobachtung dieses interessanten Phänomens im gegenwärtigen Monat Juni anzuregen. Wir weichen damit, wie wir hiermit ausdrücklich hervorheben, ausnahmsweise von unserem Prinzipe ab, nach welchem wir im allgemeinen die Publikation von Beobachtungen den hierfür speziell bestimmten Fachzeitschriften überlassen, während wir uns in unserer Zeitschrift vornehmlich auf gröfsere, zusammenfassendere Darstellungen der Beobachtungs- und Forschungsergebnisse beschränken.

Beobachtung leuchtender Wolken am 23. Juni 1888 zu Tilsit. Von W. Krüger, Oberlehrer.

Nachdem ich die interessanten Mittheilungen des Herrn O. Jesse-Steglitz im Februarhefte der Zeitschrift „Himmel und Erde" 1889 gelesen, erscheint es mir angemessen, meine Beobachtung leuchtender Wolken vom vorigen Jahre zu veröffentlichen, da es erwünscht sein mufs, die merkwürdige Erscheinung von möglichst vielen Seiten her kennen zu lernen.

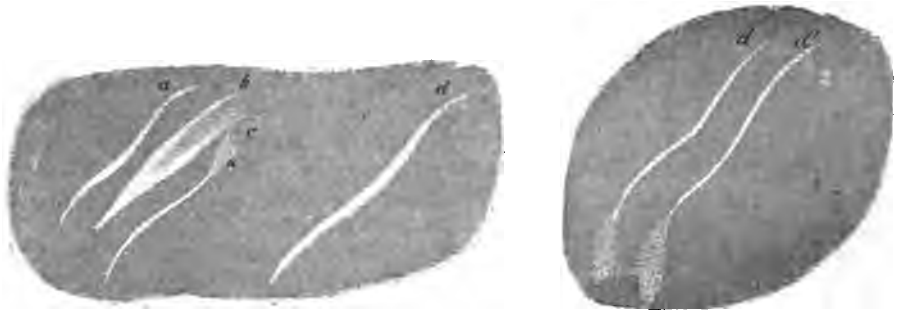
Als ich am 23. Juni 1888 Abends $10^h\ 25^m$ mein nach NNW gelegenes Zimmer betrat, präsentirte sich die Erscheinung der leuchtenden Wolken in ihrer vollen Pracht und machte einen um so gröfsern Eindruck, als ich zum ersten Male Gelegenheit erhielt, derartiges zu beobachten. Unmittelbar über dem Horizont lag noch ziemlich helle Dämmerung von röthlicher Farbe bis zur Höhe von etwa 10^0.

Darüber hatte der sonst klare Himmel eine dunkelbleigraue, ins grünliche gehende Farbe, die weiter nach oben schwärzlich olivenblaugrau wurde — ich konnte mich nicht leicht von der Vorstellung losmachen, dafs hier schweres dunkles Gewölk läge, bis ich deutlich sichtbar auf dem dunklen Grunde Sterne wahrnahm; auf demselben waren gleichzeitig sichtbar: silberweifse, hell leuchtende Cirruswolken. Der Mittelpunkt der Erscheinung lag bei Beginn der Beobachtung ca. 35^0 westlich vom astronomischen Nordpunkte, die Wolken reichten rechts bis an den Stern β Aurigae ($10^h\ 30^m$), von dem noch weiter rechts α Aurigae sichtbar wurde. Die leuchtenden Wolken wurden nun mit einem zweizölligen, lichtstarken Krimmstecher von 8-maliger Vergröfserung beobachtet, in welchem die zarte Cirrusstruktur aufs schönste sichtbar wurde, nach dem äufseren Rande hin war die Begrenzung etwas verwaschen; nach innen hin waren zahlreiche scharfbegrenzte, theils geradlinigte, theils wellenförmige Schraffirungen sichtbar. Alle diese Gebilde zeigten sich in stetiger, nicht zu schneller Wandlung begriffen, sowohl nach Form wie nach Lichtintensität.

Das Maximum der Lichtintensität lag zunächst links von der Mitte in zwei blendend weifsen etwas gebogenen, schräge verlaufenden, scharfbegrenzten Lichtlinien a, b der Fig., in welcher die zeitlich etwas getrennten Phasen der

Erscheinung in ihren Hauptmomenten neben einander dargestellt sind. Die anfänglich einfache Linie b theilt sich danach in zwei starke Lichtlinien, welche nach unten einen spitzen Winkel bilden. Danach bildet sich eine neue Linie c aus, welche nach einiger Zeit nach oben hin einen nebligen Pinsel α bildet — gleichzeitig wird sie blasser und verschwindet.

Um ein geringes später als diese Gruppe bildet sich rechts von der Mitte des Meteors die Linie d aus, ebenfalls mit maximaler Lichtintensität, jedoch nicht so hell als b; dieselbe löst sich nach einiger Zeit in zwei Linien d und d_1 auf; letztere setzen wieder nach einiger Zeit neblige Pinsel nach unten an, wobei sie zugleich blafs werden und erlöschen. An andern Stellen wächst blauweifses Licht an, aber nicht zu derselben Intensität, wie an den Stellen a und d, und schwindet danach wieder.



Um 11h beginnt die Erscheinung sich von der Ostseite her aufzulösen; der Streifen a b hat sich ein wenig in der Richtung O—W verschoben und ist matter geworden; um 11h 15m sind nur noch Spuren der leuchtenden Wolken im Krimmstecher zu sehen — um 11h 30m ist von der Erscheinung nichts mehr wahrzunehmen — der Himmel im NW und N absolut klar, ohne Spur von fremder Färbung oder Trübung.

Die Temperatur war während der Beobachtung 9,8° R., der Wind NW 1—2 (der meteorologischen Skala). Einige niedrige Cirrocumulusstreifen, welche sich über das Zenith von WNW—OSO erstreckten, verschoben sich während der Beobachtungszeit nach S; — sie waren allein von dem niedrigstehenden Vollmond beleuchtet und erschienen in düster röthlich grauer Färbung — sie bildeten hinsichtlich Lichtintensität und Farbe einen ansehnlichen Kontrast zu den leuchtenden Wolken im NNW.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Der Fortschritt in der Selenographie.[1])

Von Professor Dr. L. **Weinek**,

Direktor der K. K. Sternwarte in Prag.

Zu allen Zeiten hat der Mond durch seine glänzende Scheibe, seine scheinbare Gröſse und wechselnde Gestalt die Aufmerksamkeit des Menschen auf sich gelenkt. Er ist es, welcher mit dem Untergange des blendenden Tagesgestirnes die bescheidene Herrschaft am nächtlichen Himmel antritt; auf sterngesticktem Grunde zieht er seine stille Bahn, überfluthet die Erde mit mildem, zaubervollem Silberlichte, das er als Gabe der Sonne zu uns sendet, und ist dem Wanderer zu Lande wie zur See ein sicherer Führer durch die Schrecken der Nacht, bis der erste Purpurschimmer im Osten die Ankunft der Tageskönigin verkündigt, und die aufgegangene Sonne ihm wieder das Scepter entreiſst.

Die dunklen Flecken der vollen Mondscheibe, welche man schon mit freiem Auge deutlich wahrnimmt, haben von jeher die Phantasie des Beschauers erregt und auch bald die Frage veranlaſst, was dieselben wohl bedeuten mögen. Bei fast allen Völkern des Erdenrunds findet man, daſs die Einbildung sich aus den Mondflecken ein Bild zurecht gemacht hat, wobei überraschender Weise an oft weit von einander entfernten Orten die gleichen Anschauungen wiederkehren. Die Meisten erblicken im Monde einen Hasen oder eine Antilope, so die Nordamerikaner, Chinesen, Japaner und Inder. Daher stammen auch die Sanskritnamen für den Mond: çaçadhara, çaçabhṛt[2]) = Hasen-

[1]) In dieser historischen Uebersicht ist im wesentlichen nur die Entwickelung der Mondabbildung auf dem Wege des Zeichnens behandelt, also die Mondphotographie auſser acht gelassen.

[2]) Kathâsaritsâgara 73, 259.

träger und mṛgadhara[3]) = Antilopenträger. Andere Völker, wie jene in Südamerika, Afrika und Europa sehen im Monde ein menschliches Gesicht oder eine ganze menschliche Figur und knüpfen an dieses vermeintliche Aussehen Legenden und Sagen, theils poetischer, theils wenig poetischer Natur.[4]) Am ungezwungensten erkennt man im Monde ein Gesicht en face; achtet man aber schärfer auf die fleckenreiche Scheibe, so sieht man sehr augenfällig das Profilbild eines männlichen Kopfes, welches nach links gewendet und etwas nach aufwärts gerichtet ist. Indem die Phantasie demselben noch einen Frauenkopf gegenüberstellte und die Lippen beider sich berühren liefs, entstand der sogenannte „Kufs im Monde“, welcher aber mehr errathen, als gesehen wird.

Das Zunächstliegende war, dafs man zwischen dem Monde und der Erde Analogieen zog und die dunklen Flecken für Meere, die hellen Partien für Kontinente hielt. Die verschiedenen alten Ansichten hierüber stellt Plutarch in seiner Schrift über das Gesicht im Monde zusammen, welche von Kepler unter dem Titel: „Plutarchi philosophi Chaeronensis libellus de facie, quae in orbe Lunae apparet“ ins Lateinische übertragen wurde.[5]) Er selbst vertritt die von den griechischen Philosophen, namentlich von Anaxagoras, schon lange gelehrte Anschauung, dafs der Mond nur eine andere Erde sei und ebenso wie diese Berge und Thäler besitze. Interessant ist Plutarchs Vergleichung der supponirten Mondberge mit dem Berge Athos,[6]) welcher bei untergehender Sonne seinen Schatten 700 Stadien weit über das Meer bis zur Insel Lemnos wirft, so dafs das Ende desselben die eherne Kuh auf dem Forum der Stadt Myrine erreicht. Derselbe führt auch die sonderbare Vorstellung von Klearchos und Agesianax an, nach welcher der Mond ein metallner Spiegel wäre, der einfach die Erde mit ihren Ländern und Meeren wiederspiegle, ein Glaube, welcher noch heute im Morgenlande bestehen soll. So erzählt Humboldt im Kosmos:[7]) „Ich war einst sehr verwundert, einen sehr gebildeten

---

[3]) Çiçupâlabadha 9, 34.

[4]) Eine Zusammenstellung dieser Phantasieen der Völker findet man in Oscar Peschels Schrift: „Ueber den Mann im Monde“ (Abhandlungen zur Erd- und Völkerkunde 1878, S. 327—337).

[5]) Joannis Kepleri Astronomi opera omnia ed. Frisch 1870. Vol. VIII, pars 1. p. 76.

[6]) Derselbe liegt auf der Landzunge Hagion Oros der Halbinsel Chalkis (Macedonien, Türkei) und ist 1935 Meter hoch. Lemnos, jetzt Limnos, liegt östlich davon im aegaeischen Meere.

[7]) Stuttgart 1874, 3. Bd. S. 362.

Perser aus Jspahan, welcher gewifs nie ein griechisches Buch gelesen hatte, als ich ihm in Paris die Mondflecken in einem grofsen Fernrohr zeigte, die erwähnte Hypothese des Agesianax von Spiegelung als eine in seinem Vaterlande viel verbreitete anführen zu hören. Was wir dort im Monde sehen, sagte der Perser, sind wir selbst; es ist die Karte unserer Erde."

Wir wären auf solche Vermuthungen beschränkt geblieben, wenn nicht die Erfindung des Fernrohrs um 1609 den Blick des Menschen in ungeahnter Weise geschärft und die gesamte Astronomie mit einem Schlage umgestaltet hätte, wobei der Gedanke, das Erschaute zugleich abzubilden und festzuhalten, besonders nahe lag. Der grofse Physiker Galilei richtete als Erster dieses wunderbare Instrument auf den Himmel und gab in seinem „Sternenboten"[8]) der staunenden Mitwelt Kunde von dem Gesehenen. Er entdeckte sofort die gebirgige Beschaffenheit der Mondoberfläche, indem er den veränderlichen Schattenwurf ihrer Gebilde erkannte, löste die Milchstrafse in Sterne auf und fand, dafs der Planet Jupiter von vier Monden umkreist wird. Galilei unternahm es auch, die Höhen der Mondberge zu messen, indem er beachtete, wie lange einzelne helle Bergspitzen an der Beleuchtungsgrenze des Mondes bis zu ihrem Verschwinden bei untergehender Sonne sichtbar blieben, fand jedoch zu grofse Höhen. Er versuchte ferner den Mond zu zeichnen, lieferte aber ebenso Unvollkommenes, wie seine Zeitgenossen, der Jesuit Scheiner und der Kapuziner Schyrlaeus de Rheita. Besser waren die Zeichnungen des neapolitanischen Edelmannes Fontana, welche derselbe seit 1630 angefertigt und in seinem Werke: „Novae coelestium terrestriumque rerum observationes" 1646 veröffentlicht hat. Auch Galileis gelehrter Freund Sarpi, der berühmte Geschichtschreiber des Tridentiner Concils, soll sich eifrig mit dem Monde beschäftigt haben. Als zur selben Zeit Kepler das Fernrohr auf den Mond richtete, war dieser über die Regelmäfsigkeit vieler Mondgebilde, die zumeist einen kreisförmigen Wall mit kleiner centraler Erhebung zeigten, erstaunt und hielt sie aus diesem Grunde für Werke der Kunst, für Städte der Seleniten, welche von denselben nach bestimmtem Plane ausgegraben worden wären, wobei der aufgeworfene Boden zur Herstellung des Walles gedient hätte.[9])

---

[8]) Sidereus Nuncius 1610.

[9]) Joannis Kepleri Astronomi opera omnia ed. Frisch. Vol. VIII, pars 1, p. 67. „Sed ex ipsa cavitatum figuratione colligo, loca potius esse palustria. Atque in iis endymionidae solent metari spatia suorum oppidorum

Eine der ersten Mondkarten stammt von dem Jesuiten Van Langren, dem Mathematiker des Königs Philipp IV. von Spanien, welche zwischen 1647 und 1657 zu Brüssel unter dem Titel: „Planisphaerium lunae, a se mediantibus telescopiis observatum“ erschien und die Mondformationen mit den Namen von Heiligen belegte. So hiefs das jetzige Ringgebirge Plato der heilige Athanasius, die Ringebene Galilei die heilige Genoveva u. s. w. Die noch gegenwärtig bestehenden Namen: Catharina, Cyrillus und Theophilus datiren aus jener Zeit. Auch Langrens Karte war roh und übertrieben, wie fast alle Abbildungen der damaligen Selenographen.

All' diese Arbeiten wurden bei weitem übertroffen durch die „Selenographia, sive Lunae Descriptio“ 1647 des Danziger Rathsherrn und Brauereibesitzers Hevelius, welches treffliche Werk 495 Seiten Text mit 40 von ihm selbst gezeichneten und in Kupfer gestochenen Phasenbildern des Mondes, nebst drei Vollmond-Karten (O, P und R) und einer schematischen Mondkarte mit den von demselben eingeführten Benennungen enthält. O hat einen Durchmesser von 16,3 cm, P und R von 28,5 cm. Die beiden letzteren tragen die Jahreszahl 1645 und sind bezeichnet: P = Nativa Lunae Plenae Facies (ohne Schattenwurf der Mondgebilde), R = Tabula Selenographica Phasium Generalis (mit Schattenwurf nach Westen). Diese letzte Generalkarte dürfte hauptsächlich gemeint sein, wenn von der Hevelschen Vollmondkarte gesprochen wird. Sie bietet sich dem Auge in gefälligerer Form als P dar, ist wie diese in Strichmanier mit mehr oder weniger dichter Schraffirung für dunklere oder hellere Partien des Mondes ausgeführt und blieb etwa 100 Jahre die beste Karte, die man vom Monde überhaupt besafs. Freilich ist sie nach heutigen Begriffen sowohl hinsichtlich ihrer Ausführung als des gebotenen Details eine bescheidene Leistung; doch hat man zur richtigen Werthschätzung derselben die damalige Zeit mit ihren unvollkommenen Fernröhren und beschränkten Hülfsmitteln in Betracht zu ziehen, während hingegen die Technik des Kupferstiches bereits auf dem Standpunkte hoher Vollendung war, wie dies die acht Engelsgestalten, welche die beiden gröfseren Vollmond-Karten umgeben, und besonders das dem Werke vorangestellte Portrait Hevels beweisen. Diesbezüglich schrieb später (1661) Hevelius an einen Freund:[10]) „Die Figuren alle mit einander, welche in meiner Selenographia, Epistola und Dissertatione de nativa Saturni facie vor-

sui muniendi causa tam contra humorem muscosum, quam contra Solis ardores, forte etiam contra hostes.“

[10]) R. Wolf „Geschichte der Astronomie“ 1877, S. 321.

handen, sind gar nicht geetzet, sondern habe sie alle mit meiner Hand geschnitten, gehet zwar viel langsamer zu, ist auch viel mühsamer, aber man kann alles viel reinlicher zu wege bringen. Auch alle Figuren, die in meine Cometographiam und machinam coelestem hinein sollen, deren ein grofser numerus, gedenke ich wils Gott selbsten zu schneiden, wozu aber viel Zeit gehört." — Das genannte Werk ist die Frucht einer fünfjährigen Beobachtung des Mondes, welche Hevelius auf seiner eigenen Sternwarte, an welcher dessen zweite Frau Margaretha Koopmann die geschickteste Gehülfin war, an 6- und 12-füfsigen, von ihm selbst verfertigten Fernröhren bei 30- bis 40-facher Vergröfserung ausführte. Da er ein Mikrometer nicht besafs, so beruhen die Zeichnungen nur auf Schätzungen. Das ganze Unternehmen wäre aber fast infolge des Umstandes gescheitert, dafs Hevelius zu Beginn seiner Arbeit erfuhr, es habe der Pariser Mathematiker und Astronom Gassendi mit Hülfe eines tüchtigen Zeichners und Kupferstechers eine gleiche Mondaufnahme in Angriff genommen. Er richtete deshalb eine bez. Anfrage an Gassendi, welcher einige Proben seiner Mondzeichnungen beigefügt waren, und deren Erfolg schliefslich darin bestand, dafs Gassendi solchen Leistungen gegenüber zurücktrat und Hevelius dringend aufforderte, das Begonnene fortzusetzen. Die Selenographia ist Hevels erstes Werk und bleibt für alle Zeiten ein ehrwürdiges Denkmal ausdauernder wissenschaftlicher Thätigkeit. Es erregte seiner Zeit so grofses Aufsehen, dafs Papst Innocenz X. darüber den Ausspruch gethan haben soll: „Sarebbe questo libro senza pari, se non fosse scritto da un' eretico,"[11]) und der berühmte Mondtopograph Mädler sagt wörtlich:[12]) „Dem unermüdlichen Eifer und der grofsen Geschicklichkeit des unvergefslichen Hevel war es vorbehalten, ein Werk dieser Art zu erschaffen, welches für die damaligen Hülfsmittel von höchster Vortrefflichkeit war, und aufser seinen anderen astronomischen Arbeiten ihm allein schon die Unsterblichkeit sichert." Leider ist von seinen Kupferplatten nur die Vollmondkarte erhalten geblieben, welche noch gegenwärtig in der Form eines Kaffeebrettes existiren soll.

Hevelius hatte ursprünglich die Absicht, die verschiedenen Formationen auf dem Monde mit den Namen von bedeutenden Gelehrten zu belegen, kam aber schliefslich von dieser Idee ab, da man, wie er sagt, leicht glauben könnte, er wolle damit irgend welchen Dank einernten, und da andererseits er sich dadurch viel Neid und Feindschaft zu-

[11]) „Dieses Buch würde ohne seines Gleichen sein, wenn es nicht von einem Ketzer geschrieben wäre."

[12]) Beer und Mädler „Der Mond" 1837, S. 184.

gezogen haben würde.[13]) Er wählte deshalb Namen aus der Geographie, ohne jedoch damit, wie er sich ausdrücklich verwahrt, Aehnlichkeiten zwischen terrestrischen und lunaren Objekten andeuten zu wollen. Auf p. 228—235 der Selenographia kommen bereits die Gebirgsnamen: Alpen, Apenninen, Haemus, Karpathen, Kaukasus, Riphaeus, Taurus vor, welche sich, wie die von ihm bezeichneten Meere: Mare Serenitatis, Mare frigoris, Oceanus Procellarum etc. bis heute erhalten haben. Ob Hevelius Langrens Heiligen-Namen überhaupt nicht kannte oder dieselben einfach ignorirte, ist mit Sicherheit nicht zu entscheiden.

Eine andere Vollmondkarte findet sich in dem, von dem Jesuiten Riccioli 1651 herausgegebenen „Almagestum novum" und ist von dem Jesuiten Grimaldi, dem Entdecker der Lichtbeugung angefertigt worden. Diese Karte hat einen Durchmesser von 28,0 cm, ist in ihrer Strichmanier gröber als die des Hevelius und steht derselben überhaupt, wie dieses schon der blofse Anblick darthut, durch ihre Uebertreibung und geringere Sorgfalt bedeutend nach. Mit ihrer Veröffentlichung ist aber Riccio'is Name insofern bekannter als der anderer Selenographen geworden, da jener die ursprüngliche Idee des Hevelius zur Ausführung brachte und die Mondgebilde mit den Namen hervorragender Männer bezeichnete, eine Nomenklatur, die sich, Dank der menschlichen Eitelkeit, bis zur Gegenwart erhalten hat und fast von jedem Mondforscher vermehrt wird. Mädler äufsert sich darüber, wie folgt:[14]) „Eine weit weniger vollkommene Mondkarte (als diejenige von Hevelius) lieferte 1651 der Pater Riccioli in Bologna. Diese Erscheinung wäre in der astronomischen Welt ziemlich unbeachtet vorübergegangen, hätte der Verfasser nicht durch Autoreitelkeit eine den späteren Astronomen empfindliche Verwirrung angerichtet. Um nämlich seinem eigenen Namen auf dem Monde eine Stelle zu verschaffen, fand er sich bewogen, die durch Hevel eingeführte, von Ländern und Meeren unserer Erde entnommene Nomenklatur umzustofsen, und den Mondflecken die Namen berühmter Gelehrten beizulegen."[15]) Ergänzend ist zu bemerken, dafs Riccioli sich selbst mit einer der gröfsten Wallebenen am östlichen Rande des Mondes und seinen Freund Grimaldi mit einer ähnlichen ebendaselbst bedacht hat.

Noch ist hervorzuheben eine Mondkarte von 20 Zoll (54.1 cm) Durch-

[13]) Hevelii Selenographia 1647, p. 224: „facile fieri posse, ut cum nomenclatura ista modo designata, gratiam colligere aliquam vellem, invidiam atque inimicitiam mihi forte conflarem."

[14]) Beer und Mädler „Der Mond" 1837, S. 184.

[15]) Vgl. Neison „Der Mond" 1878, S. 60, welcher günstiger über Riccioli urtheilt.

messer, welche Dominique Cassini durch einen geübten Zeichner Patigny seit 1673 mit einem 34-füfsigen Fernrohr der Pariser Sternwarte anfertigen liefs, und welche 1680 veröffentlicht wurde. Dieselbe übertraf die Hevelsche wohl an Vollständigkeit, nicht aber an Genauigkeit. Auch sie beruhte in der Hauptsache auf Schätzungen und scheint bald vergriffen gewesen zu sein, so dafs sie sich wahrscheinlich gar nicht nach Deutschland verbreitet hat. Erst 1787 erschien eine neue Ausgabe derselben von Lalande. Auch Lahire, welcher vom Maler und Architekten zum Professor der Mathematik in Paris avancirte, soll sich mit einer grofsen Mondkarte versucht haben, welche aber niemals gestochen worden ist.

Eine neue und grundlegende Epoche für die Darstellung der Mondoberfläche begann um die Mitte des vorigen Jahrhunderts durch die Arbeiten von Tobias Mayer. Im Jahre 1748, als derselbe noch Mitarbeiter am Homanschen Landkarten-Institute zu Nürnberg war, empfand Mayer bei der beabsichtigten Vorausberechnung der verschiedenen Phasen einer Mondfinsternifs desselben Jahres den Mangel von genauen Positionen für die einzelnen Mondflecken und entschlofs sich alsbald, die selenographische Länge und Breite mehrerer Punkte der Mondscheibe mit dem Mikrometer zu messen. Er führte dieses Vorhaben innerhalb $1^1/_2$ Jahren aus, indem er für eine Generalkarte des Mondes im Durchmesser von $7^1/_2$ Pariser Zoll (20,3 cm) 24 Mondflecken möglichst scharf und wiederholt mafs, und an diese noch 63 Punkte durch sorgfältige Schätzungen anschlofs. Andere Arbeiten des seit 1751 berühmten Professors der Oekonomie und Mathematik in Göttingen und sein früher Tod 1762 im Alter von 39 Jahren verhinderten die Herausgabe dieser zwar kleinen, doch alles Frühere an Genauigkeit übertreffenden Mondkarte, bis sie endlich 1775 durch Lichtenberg, Professor der Physik in Göttingen, unter Mayers „Opera inedita" veröffentlicht wurde. Sie blieb, wie vordem die Hevelsche, die vorzüglichste Karte bis 1824 und war die Grundlage zahlreicher Nachbildungen.

Es mag wunder nehmen, dafs Mayers Vorgänger nicht ebenfalls auf den Gedanken der Messung verfielen. Doch ist zu beachten, dafs früher die Mondtheorie sich noch in ihrer Kindheit befand, und die Berücksichtigung der scheinbaren Schwankungen der Mondkugel gegen die Gesichtslinie (der sogenannten Libration) zu schwierig erschien. Wir unterscheiden bekanntlich dreierlei Arten von Libration (librare = schwanken, schwingen): 1. Die Libration in Länge, 2. die Libration in Breite und 3. die parallaktische Libration. Die erste

geht aus dem Umstande hervor, dafs die Rotationsgeschwindigkeit des Mondes und die Geschwindigkeit seiner elliptischen Bewegung um die Erde nicht immer gleich sind. Erstere ist konstant, letztere nach den Keplerschen Gesetzen veränderlich. Derart geschieht es, dafs bei der Fortbewegung des Mondes auf seinem monatlichen Wege um die Erde nicht auch die Mondkugel sich stets um ein Gleiches nach der Gesichtslinie zurückdreht und auf diese Weise jener Punkt, welcher ursprünglich in der Mitte der Monscheibe lag, nicht immer dort verbleibt. Er rückt vielmehr bald östlich, bald westlich, wodurch neue Partien am Westrande bezw. am Ostrande des Mondes zum Vorschein kommen, dagegen an den entgegengesetzten Rändern die alten scheinbar verschwinden. Dieses Spiel wiederholt sich in jedem Mondmonate und kann mit dem Fernrohr deutlich verfolgt werden. Die Wirkung äufsert sich in jener Richtung, in welcher der Astronom die Längen auf dem Monde zählt; daher der Name. Sie wurde zuerst von Hevel und Riccioli beobachtet. — Die zweitgenannte Libration rührt daher, dafs die Umdrehungsaxe des Mondes nicht genau senkrecht zur Mondbahn steht. Deshalb ereignet es sich, dafs wir zuweilen über den Nordpol des Mondes hinweg oder unter den Südpol desselben sehen, ähnlich, wie dies für einen Beschauer unserer Erde von der Sonne aus der Fall sein würde, und dafs die mittleren Partien des Mondes kleine Schwankungen in der Breite ausführen. — Endlich erklärt sich die parallaktische Libration dadurch, dafs der Mond nur 60 Erdhalbmesser von uns entfernt ist, und es nicht gleichgiltig erscheint, von welchem Punkte der Erde aus wir ihn betrachten oder welche Höhe er in seinem Tageslaufe über dem Horizonte des Beobachters einnimmt. Letztere beiden Librationen wurden schon von Galilei entdeckt. Aufser diesen drei optischen Librationen lehrt die Theorie noch eine vierte, thatsächliche Schwankung des Mondes (die sogenannte physische Libration), über welche jedoch ihres geringen Betrages wegen die Untersuchungen noch im Gange sind. — Durch dieses scheinbare Hin- und Herpendeln des Mondes um die Gesichtslinie, zufolge dessen wir in jedem Mondmonate $^4/_7$ der ganzen Mondoberfläche gewahr werden, während eigentlich nur $^3/_7$ derselben uns stets unbekannt bleiben, müssen also zahlreiche perspektivische Verkürzungen der Mondgebilde auftreten, welche zur Erkenntnifs der wahren Gestalt dieser Formationen in Rechnung zu ziehen sind. Man entwirft daher eine solche Mondkarte für die sogenannte mittlere Libration, und das ist es, was zuerst Mayer, später auch Lambert (gest. 1777), doch mit geringerem Erfolge, ausgeführt hat.

Mayer hatte auch einen Mondglobus in 24 Sektionen in Angriff genommen, worüber er selbst in der Schrift: „Bericht von den Mondkugeln, welche bei der Kosmographischen Gesellschaft in Nürnberg gefertigt werden" 1750 Erwähnung thut, vollendete aber nur 4 Sektionen bis zu seinem Tode. Aus dessen reichem Nachlafs ging 1881 durch Klinkerfues, den Direktor der Göttingener Sternwarte, eine Vollmondkarte im Durchmesser von 35,0 cm mit zahlreichen Abbildungen gröfserer Einzelpartien des Mondes unter dem Titel: „Tobias Mayers gröfsere Mondkarte nebst Detailzeichnungen" hervor. Dieselbe zeigt für alle Objekte einen kurzen Schattenwurf nach Osten und bietet wohl im Vergleich zu späteren Darstellungen nicht sehr viel Detail, überragt aber an Feinheit und Genauigkeit beträchtlich die Hevelsche Aufnahme und nähert sich bereits den neuesten vorzüglichen Arbeiten auf diesem Gebiete.

In ganz anderer Weise als Tobias Mayer beschäftigte sich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts der fleifsige Oberamtmann Schröter zu Lilienthal bei Bremen mit dem Monde. Derselbe beobachtete auf seiner Privatsternwarte mit Instrumenten, welche nach den Herschelschen die besten der damaligen Zeit waren, und stellte sich die Aufgabe, eine Reihe von Mondpartien mit solcher Treue und Ausführlichkeit darzustellen, dafs man in späteren Zeiten durch Vergleichung mit diesen Zeichnungen etwaige Veränderungen auf dem Monde nachweisen könnte. Derart entstand Schröters umfangreiches Werk: „Selenotopographische Fragmente zur genauen Kenntnifs der Mondfläche", dessen erster Band 1791 zu Lilienthal, der zweite 1802 zu Göttingen auf Kosten des Verfassers erschien. Dasselbe enthält 75 Tafeln, von denen Tab. V die Reproduktion der kleinen Mayerschen Vollmondkarte in einem Durchmesser von 19,1 cm ist, sechs Tafeln geometrischen Betrachtungen dienen und 68 Tafeln der Darstellung spezieller Mondgegenden gewidmet sind. Für die Aufnahmen vor 1792 wurden 4-füfsige und 7-füfsige Spiegelteleskope, letzteres mit 161—210-facher Vergröfserung, für jene nach dieser Zeit 13-füfsige und 27-füfsige Reflektoren mit 150—300-fachen Vergröfserungen verwendet. Bei aller Anerkennung des Fleifses und der Ausdauer dieses emsigen Beobachters kann über dessen Detailzeichnungen des Mondes nur wenig Günstiges gesagt werden. Der Kundige erkennt auf den ersten Blick, dafs Schröter im Zeichnen nur ein Dilettant gewesen und sich eine viel zu schwierige Aufgabe gestellt hat. Ueberall vermifst man, obwohl der Schattenwurf der Berge und Krater dargestellt erscheint, eine der Wirklichkeit nur einigermafsen entsprechende

Plastik, über welchen Mangel Schröter selbst bemerkt[16]): „Bey der Zeichnung der Charten kam es mir zwar eigentlich nicht auf ein sanftes Gemählde und mahlerische Schattirung, vielmehr nur Alles auf Bestimmtheit, Genauigkeit und Deutlichkeit in der Bezeichnung eines jeden, selbst des kleinsten Gegenstandes an" und begegnet einer auffallenden Schattirungs-Willkür und Manirirtheit, die sich namentlich in der Charakterisirung aller Erhebungen, besonders der Kraterwälle äufsert, welch' letztere stets wie Rabatten oder Einfassungen von Blumenbeeten aussehen. In dieser Beziehung stand Schröters Können entschieden hinter seinem Wollen zurück. Wenn dessen Abbildungen trotzdem von einzelnen Mondforschern als treu[17]) bezeichnet werden, so kann dies nur auf die allgemeinen Umrisse Bezug nehmen. Dem ist aber die folgende Mädlersche Aeufserung entgegenzuhalten[18]): „Ueberhaupt aber wäre es weit fruchtbarer gewesen, vorerst nur das gesehene Detail möglichst treu in Zeichnungen wiederzugeben, die Orientirung und Reduktion aber nicht seinen Lesern zu überlassen, denen dies oft ganz unmöglich ist, dann würde für nachfolgende Forscher ein sicherer Anhaltpunkt für ihre Beobachtungen gewonnen worden sein." Da Schröter aufserdem keine selenographischen Längen- und Breitenbestimmungen ausführte, sondern nur eine Projektionsmaschine anwandte, welche einer gröfseren Genauigkeit nicht fähig war, so hat er im allgemeinen durch seine Detailzeichnungen den beabsichtigten Zweck nicht erreicht; immerhin bietet aber der reiche Text mit zahlreichen Wahrnehmungen, Beschreibungen, Höhen- und Tiefenmessungen viel Beachtenswerthes, das der erfahrene Selenograph auch mit Vortheil verwenden wird. In diesem Sinne ist wohl Schmidts Urtheil, wo derselbe von Schröters Höhenmessungen der Randberge des Mondes spricht, zu verstehen, welches lautet:[19]) „Was Schröter mit seinen angeblich so unvollkommenen Hülfsmitteln geleistet hat, ist bewundernswerth. Ein geborener Beobachter gelangt auch mit geringen Mitteln zum Ziele." — Während Galilei und Hevelius die Berghöhen aus dem Abstande der Lichtinseln, d. i. der beleuchteten Bergspitzen von der Lichtgrenze ableiteten, bediente sich Schröter einer besseren Methode der Höhenmessung, deren theoretische Begründung er hauptsächlich Olbers verdankte,[20]) und welche

16) I. Bd. S. 73.
17) Neison „Der Mond" 1878, S. 67.
18) Beer und Mädler „Der Mond" 1837, S. 185.
19) Schmidt, „Charte der Gebirge des Mondes" 1878, S. 23.
20) I. Bd. S. 89—102.

noch heute im Gebrauche ist. Er mafs nämlich die Länge des Schattens, welchen die Mondberge werfen und verband damit die Winkelhöhe der Sonne über dem Mondhorizonte, welche einfach aus der Winkeldistanz des Berges von der Beleuchtungsgrenze in senkrechter Richtung zu dieser hervorgeht, ähnlich, wie wir auch auf der Erde für einen Ort, welcher in der Beleuchtungsgrenze liegt, sagen, dafs die Sonne sich in dessen Horizonte (Höhe = 0^0), für einen anderen aber, der 90^0 davon entfernt ist, dafs die Sonne sich in dessen Zenithe (Höhe = 90^0) befinde. Diese Messungen, sowie jene, welche aus der Vergleichung der Randerhebungen mit dem Monddurchmesser erhalten werden, gaben ihm gute Resultate, die später vielfache Bestätigung fanden. Für die Helligkeitsunterschiede auf dem Monde führte Schröter zehn verschiedene Grade oder Stufen ein und bezeichnete mit 0 Grad Licht die schwarzen Bergschatten, mit 10 Grad den Lichtglanz von Aristarch, des hellsten Punktes auf dem Monde; auch benannte er zuerst die kleineren Objekte der Mondscheibe mit lateinischen und griechischen Buchstaben. Schröter ist ferner der erste Entdecker einer Mond-Rille (Spaltes) im Jahre 1787, deren Anzahl er bis 1801 auf 11 gebracht hat. — Wie bekannt, beobachtete Schröter auch fleifsig die Planeten und galt seiner Zeit als der Herschel Deutschlands; auf seiner Sternwarte empfingen Harding und Bessel ihre erste Ausbildung in der praktischen Astronomie. Leider ist dessen schönes Observatorium im Jahre 1813, als der französische Feldherr Vandamme Bremen besetzte und das nahe Lilienthal in Flammen aufging, mit der ganzen Habe an Büchern und Schriften vernichtet worden. Schröter überlebte diese für ihn besonders schmerzliche Katastrophe nur 3 Jahre und starb zu Erfurt am 29. August 1816.

Bevor auf die neuesten und mit gröfster Sorgfalt ausgeführten Mondaufnahmen übergegangen werde, sei noch kurz Gruithuisens gedacht, welcher zuerst Feldchirurg, später, seit 1826 Professor der Astronomie an der Münchener Universität gewesen und sich ebenfalls viel mit dem Monde beschäftigte. Seine Zeichnungen sollen nach Kleins Urtheil[21]) „eine Treue und Feinheit besitzen, welche den Kenner des Mondes in Bewunderung setzt." Gruithuisen kam nur in Mifskredit durch seine vermeintlichen Entdeckungen von Bauwerken, Kunsterzeugnissen und dergl. auf dem Monde,[22]) welche von Bewohnern desselben herrühren sollten.

[21]) Astr. Nachr. Bd. 95, S. 297.

[22]) Vergl. Gruithuisen „Naturgeschichte des gestirnten Himmels" 1836, S. 194—205.

Den gröſsten Schritt vollführte die Darstellung der Mondoberfläche durch die trefflichen Arbeiten des sächsischen Geodäten und späteren Inspektors und Direktors der Kgl. sächs. Kameralvermessung, W. Gotthelf Lohrmann, des Sohnes eines Ziegelmeisters. Als Kenner feiner Messungsmethoden und als geübter Zeichner von Landkarten, war derselbe besonders geeignet, die sich selbst gestellte Aufgabe: „Die Mondberge und die Mondfarbe möglichst treu darzustellen, Messungen und Zeichnungen auszuführen nach Methoden, welche von der Wissenschaft anerkannt sind", zu lösen. Er wich dabei von der bis dahin üblichen Zeichnungsart der Mondgebilde ab und wandte dieselben Grundsätze, welche seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts bei der Abbildung von terrestrischen Erhebungen durch den sächsischen Major Lehmann (geb. 1765, gest. 1811) zur Geltung gebracht wurden, auf den Mond an.[23]) In Lohrmanns 1824 erschienener „Topographie der sichtbaren Mondoberfläche. Erste Abtheilung" heiſst es diesbezüglich S. 35: „Nach dieser (Lehmanns) Theorie denkt man sich bei Ansicht einer Gegend senkrecht über jedem Punkte derselben, und sieht alle Berghänge in den horizontalen Entfernungen von einander, in welchen sie einzig und allein in der Charte dargestellt werden können. Die verschiedenen Abdachungen der Berge werden dann nach dem Verhältniſs ihrer Steilheit, eine gröſsere oder geringere Neigung gegen die angenommene vertikale Gesichtslinie haben. Denkt man sich nun diese Berge senkrecht erleuchtet, so werden die horizontalen Flächen das hellste, die schrägsten Seiten derselben aber das matteste Licht zurückwerfen. Diese Licht-Verschiedenheit ist daher für ein natürliches Mittel erkannt worden, die Berge, der Wahrheit entsprechend, durch den Uebergang vom Weiſsen zum Schwarzen darzustellen. Da aber eine Bergparthie in ihrer Lage nur erkannt werden kann, wenn man auſser der Steilheit auch die Richtung des Abhanges weiſs, so wählt man, um beiden Erfordernissen aufs vollkommenste Gnüge leisten zu können, schwarze Striche und zeichnet die Berge mit denselben so, daſs sie allemal senkrecht auf der horizontalen Ebene stehen, in welche man sich einen Berg zerschnitten denkt und durch ihre Lage die Richtung, durch ihre Stärke und Nähe aber die Steilheit des Abhanges angeben." Während jedoch Lehmann für die Erdformationen die horizontale Fläche ganz hell, dagegen die schiefe Fläche von 45° bereits vollkommen schwarz

[23]) Einen Theil der Lohrmannschen Mondkarte haben wir gegen das Original etwas verkleinert, im 4. Hefte unserer Zeitschrift Seite 220 reproducirt.
Die Red.

darstellte, mufste beim Monde wegen der grofsen Steilheit seiner Berge diese Skala bis 90° ausgedehnt werden, so dafs die horizontale Fläche von Lohrmann weifs, die schiefe Fläche von 45° halbschwarz und der senkrechte Abhang von 90° ganz schwarz gezeichnet wurde. Für die Abbildung der ganzen Scheibe benutzte derselbe die sog. orthographische Projektion, bei welcher der mittelste Meridian eine gerade Linie ist, die durch den Nord- und Südpol des Mondes geht, während die anderen Meridiane als Ellipsen, welche gegen den Rand hin sich allmählich öffnen, und die Parallelkreise wieder als gerade Linien erscheinen. Durch diese Darstellungsweise wird in der That am besten dem Anblicke des Mondes von der Erde aus, welcher gleich jenem aus der Vogelperspektive ist, entsprochen.

Lohrmanns Beobachtungsraum befand sich im 4. Stocke eines Hauses der Pirnaschen Vorstadt zu Dresden. Seine Instrumente waren ein gröfseres sechsfüfsiges Fernrohr mit 54 Pariser Linien (121.8 mm) Oeffnung und ein kleineres vierfüfsiges mit 37 Pariser Linien (83.5 mm) Oeffnung, welche beide Objektive von Fraunhofer besafsen, ferner ein Fadenmikrometer, das an jedes dieser Teleskope für die beabsichtigten Messungen angebracht werden konnte. Die ersten Versuche im Messen und Zeichnen machte Lohrmann im Winter 1821—1822 an Eratosthenes und einem Theil der Apenninen, und begann die fortlaufenden Beobachtungen im Herbste 1822. Den ursprünglichen Plan für eine Karte von 4 Fufs Durchmesser hat derselbe bald wieder aufgegeben und sich schliefslich für eine Karte von 3 Pariser Fufs (97.45 cm) Durchmesser in 25 Sektionen entschieden. Leider sind davon nur die 4 ersten Sektionen in dem oben genannten Werke (von je 19.2 cm Gröfse im Quadrat, nach direkter Abmessung) von ihm selbst erschienen, die aber alles Vergangene weit zurückliefsen, ebensowohl in Bezug auf die Sorgfalt der selenographischen Ortsbestimmungen, welche 24 Punkte in diesem Theile der Mondscheibe umfassen, als auch hinsichtlich der grofsen Schönheit der nach dem erwähnten Prinzip ausgeführten Zeichnung. Mädler äufsert sich darüber folgendermafsen:[24]) „Durch Lohrmanns Darstellung ist ein Beobachter wirklich in den Stand versetzt, welchen Schröter ihm verschafft zu haben wähnte, von seiner Sternwarte aus mit einem guten Fernrohr die Mondländer gewissermafsen durchreisen zu können, um ihre Thäler, Berge und sonstigen Unebenheiten kennen zu lernen.“ Zur Reduktion der Messungen auf mittlere Libration bediente sich

[24]) Beer u. Mädler, „Der Mond“ 1837, S. 186.

Lohrmann einer ihm von Encke mitgetheilten Methode der Berechnung, bei welcher ihn der Steuereinnehmer Opelt in Wurzen mit gröfstem Fleifse unterstützte. Die Höhen der Mondberge hat Lohrmann nicht gemessen, sondern dort, wo er sie benöthigte, die Schröterschen Angaben benützt. Im Jahre 1824 hoffte Lohrmann, die ganze Arbeit in weiteren sechs Jahren vollendet zu haben, wurde aber durch die Erkrankung seiner Augen mehrfach daran verhindert, so dafs dies nicht vor 1836 geschehen konnte, während die Veröffentlichung aller 25 Sektionen erst 1878 erfolgte. Er selbst gab nur noch im Jahre 1838 eine kleinere Generalkarte des Mondes von 38.5 cm Durchmesser, welche von Werner in Dresden lithographirt wurde, heraus, die aber ein reiches Detail in vorzüglicher Durchführung aufweist, und starb 1840 zu Dresden.

Lohrmanns Bleistiftzeichnungen, welche derselbe vor dem Fernrohr angefertigt, waren schon 1854 nicht mehr vorhanden. Von seinen 25 Sektionen, welche mit der Feder gezeichnet und deren Kolorit durch Tuschirungen und Ziffern angedeutet worden, sind jedoch 24 erhalten geblieben und 1874 der Leipziger Sternwarte zur Aufbewahrung übergeben worden. Ein besonderes Mifsgeschick verzögerte durch eine Reihe von Jahrzehnten das Erscheinen der noch ihrer Veröffentlichung harrenden 21 Mondsektionen. Zunächst waren es pekuniäre Schwierigkeiten, welche jedoch bald von der Verlagsbuchhandlung W. A. Barth in Leipzig behoben wurden, während andererseits Finanzrath Opelt zu Dresden den Fortschritt des Kupferstiches und die Korrektur der Tafeln überwachte. Um das Werk in rascherer Weise zu fördern, wurde 1851 die Redaktion desselben dem erfahrenen Mondbeobachter Schmidt in Bonn übertragen; doch noch im selben Jahre starb W. A. Barth. Die Verhandlungen mit dessen Sohne A. A. Barth nahmen indefs im Jahre 1853 einen günstigen Verlauf, und Schmidt liefs sich von da an die Probetafeln nach Olmütz, von 1858 an nach Athen schicken. Da starb aber im Jahre 1863 Opelt. Glücklicherweise trat an dessen Stelle sein Sohn, der Premierlieutenant Opelt, unter dessen fernerer Leitung die sämtlichen Tafeln allmählich ihrer Vollendung entgegengingen. Das nahe Ziel sollte jedoch durch den Tod von A. A. Barth im Jahre 1869 und den Ausbruch des deutsch-französischen Krieges im Jahre 1870 wieder hinausgeschoben werden. Trotzdem ruhten die Arbeiten unter dem neuen Chef der erwähnten Verlagsbuchhandlung, J. A. Barth, dem Bruder des Letztgenannten, nicht ganz, und gediehen endlich so weit, dafs im Jahre 1878 alle 25 Sektionen mit einem von Schmidt verfafsten Texte unter

dem Titel: „Mondkarte in 25 Sektionen und 2 Erläuterungstafeln von Wilhelm Gotthelf Lohrmann“ das Licht der Welt erblickten. Sie beruhen auf 79 sorgfältigen Positionsbestimmungen Lohrmanns, von denen 46 mindestens fünfmal zu verschiedenen Zeiten wiederholt worden sind. Der Stich aller Karten ist von gleicher Feinheit und Schönheit, das Werk ein Muster von prächtiger graphischer Ausstattung. Leider blieben auch an diesen Karten einige Mängel haften, über welche sich Schmidt folgendermafsen äufsert:[25]) „Weil die Sektionen des Werkes von Lohrmann erst nach und nach im Laufe eines halben Jahrhunderts hergestellt wurden, weil 5 oder 6 Kupferstecher daran arbeiteten und die von Lohrmann selbst kolorirten Originalblätter keineswegs das Verhältnifs der Helligkeiten überall genügend ausdrücken, resultirt eine merkliche Ungleichförmigkeit im Ton der Platten, die schliefslich ohne neue bedeutende Kosten und grofsen Zeitverlust nicht mehr zu beseitigen war“; ferner:[26]) „Das Kolorit der Lohrmannschen Charte ist weniger befriedigend als bei Mädler; es wird in meiner grofsen Charte etwas strenger ausgeführt sein, ohne doch für mehr als eine genügende Annäherung an mittlere Zustände auch hier gelten zu wollen.“

Wie erwähnt, ist der Monddurchmesser, welcher aus diesen 25 Sektionen hervorgeht, 3 Pariser Fuss d. i. eine halbe Toise. Nun ist der wahre Durchmesser des Mondes gleich 468.4 geographischen Meilen = 1783200 Toisen. Derselbe ist daher in Wirklichkeit 3566400 mal gröfser als jener der Karte, woraus sich der Mafsstab der letzteren zu 1 : 3566400 ergiebt. Hieraus folgt, dafs auf der Lohrmannschen Abbildung des Mondes 1 mm = 3566.4 Meter oder eine geographische Meile = 2.08 mm ist. Sie bietet nahezu so viel Detail, als wenn Oesterreich-Ungarn auf einem halben Bogen dargestellt würde.[27])

[25]) Im Vorbericht desselben Werkes S. 4.

[26]) Ibidem S. 4.

[27]) Andrees Handatlas, 2. Auflage, 1887, Karte 45, Mafsstab 1:4000000.

(Schlufs folgt.)





Neuere Theorieen der Luft- und Gewitter-Elektricität.

Von Professor L. Sohncke in München.

(Schlufs.)

3.

Stehen wir nun gänzlich rathlos den räthselhaften elektrischen Erscheinungen, welche sich in der Atmosphäre abspielen, gegenüber? Nach meiner Ueberzeugung keineswegs! Mir scheint der Erklärungsversuch, den ich selber vor einigen Jahren aufgestellt habe, und der in wesentlichen Punkten mit demjenigen des Herrn Luvini übereinstimmt, noch in keinem Punkte widerlegt zu sein. Er hat im Gegentheil seither noch an Wahrscheinlichkeit gewonnen, besonders durch die neueren Messungen von Wolkenhöhen, welche man den Herren Ekholm und Hagström verdankt. Daher scheint es mir nicht ungerechtfertigt, diesen Erklärungsversuch noch in der Kürze zu skizziren. Er gründet sich auf die Verknüpfung einer physikalischen und einer meteorologischen Thatsache.

Den Ausgangspunkt bildet die Faradaysche Entdeckung, dafs durch gegenseitige Reibung von Wasser und Eis ersteres negativ, letzteres positiv elektrisch wird. Von der Richtigkeit dieser Thatsache, die zwar durch Faradays Namen schon vollständig verbürgt erscheint, habe ich mich auch noch durch eigene zahlreiche und sorgfältige Versuche überzeugt, theils nach der von Faraday angegebenen, theils nach einer ganz abweichenden Versuchsanordnung. Die erstere erscheint, gerade mit Rücksicht auf die meteorologische Anwendung, besonders lehrreich; sie besteht in folgendem. Durch schnelles Oeffnen eines Hahns mit weiter Bohrung, der ein Gefäfs mit verdichteter Luft abgesperrt hielt, veranlafst man diese Luft zu plötzlichem Ausströmen ins Freie. Bei solch plötzlicher Entspannung kühlt sich komprimirte

Luft erheblich ab; infolge dessen verdichtet sich der ihr beigemengte Wasserdampf zu Tröpfchen: es tritt Nebelbildung ein, und zwar mit besonderer Leichtigkeit, wenn die Luft Staubtheilchen enthält, deren jedes einem sich bildenden Tröpfchen als Ansatzpunkt oder Kern dient. Diesen mit kleinsten Wassertröpfchen beladenen, heftig hervorbrechenden Luftstrom läfst man gegen ein isolirt aufgestelltes Eisstück stofsen, und nähert letzteres dann schleunigst einem metallischen Aufsaugekamm, der die etwa entstandene Elektricität zu einem Quadranten-Elektrometer leitet. So überzeugt man sich davon, dafs das Eis jeder Zeit positiv elektrisch wird, wenn es von den Wassertröpfchen des Luftstroms getroffen worden; dafs hingegen keine Elektrisirung eintritt, wenn der Luftstrom keine Wassertröpfchen mit sich führt, wie es z. B. leicht geschieht, wenn die benutze Luft zu staubfrei und ihre Kompression zu gering gewesen, um zur Tröpfchenbildung hinreichende Abkühlung hervorzurufen. Hiermit ist bewiesen, dafs durch Reibung von reiner Luft gegen Eis keine Elektricität entsteht, sondern dass eben die Reibung des Wassers am Eise erforderlich ist, damit letzteres positiv elektrisch werde.

Die Elektrisirung bleibt ferner dann aus, wenn das Eis bereits im Schmelzen begriffen, also mit einer Wasserschicht überzogen ist. Daraus folgt, dafs — wie vorauszusehen — durch Reibung von Wasser an Wasser keine Elektricität erzeugt wird; es folgt aber auch weiter, dafs die Tröpfchen nicht etwa schon beim Ausströmen durch Reibung an den Wänden des Hahnkanals elektrisch geworden sind; sonst müfsten sie ja diese ihre Elektricität an das feuchte Eis abgegeben haben. Die positive Elektrisirung des Eises fällt um so stärker aus, je kälter das Eis ist, offenbar im Zusammenhange mit dem Umstande, dafs bei fortschreitender Abkühlung das Isolationsvermögen des Eises sehr schnell zunimmt. Beiläufig sei noch bemerkt, dafs, wenn man den mit Tröpfchen beladenen Luftstrom, statt gegen Eis, gegen eine (am besten vorher erwärmte) Metallplatte treffen läfst, letztere negativ elektrisch wird.

In späteren Versuchen habe ich einen zusammenhängenden Wasserstrahl gegen Eis stofsen lassen und auch hierbei bestätigt gefunden, dafs das Eis positiv, das Wasser negativ elektrisch wird.

Mit dieser physikalischen Thatsache verknüpfe ich nun folgende meteorologische. Es ist durch zahlreiche Beobachtungen aus älterer und neuerer Zeit (z. B. von Kämtz, Hann, Assmann und vielen Anderen) festgestellt, dafs bei jedem Gewitter, besonders nahe vor Ausbruch desselben — solange noch eine umfassendere Himmels-

betrachtung möglich ist — zweierlei verschiedene Wolkenarten am Himmel erscheinen: solche, die aus Wassertheilchen (Tröpfchen), und solche, die aus Eiskryställchen bestehen. Erstere sind die Haufwolken, letztere die Cirri- und Schleierwolken, die entweder als gleichförmiger Cirrostratusschirm den Himmel bedecken, oder als „falsche" Cirri[10]), wie sie neuerlichst genannt werden, aus den Gipfeln der hochgethürmten Haufwolken auszufliefsen scheinen. Dafs diese cirrusartigen Gebilde thatsächlich aus Eiskryställchen bestehen, ist durch Beobachtung der bei ihrer Anwesenheit um Sonne oder Mond auftretenden Lichtringe von etwa 21° 50′ Halbmesser erwiesen; denn diese Erscheinung ist schon von Fraunhofer zweifellos auf die Brechung in sechsseitigen Eiskrystallsäulchen zurückgeführt. Das Vorhandensein von Eis in jenen Höhen darf uns nicht Wunder nehmen, da durch vielfältige Erfahrungen bei Luftreisen, besonders durch die sorgfältigen Beobachtungen von J. Glaisher bei seinen mehr als dreifsig wissenschaftlichen Ballonfahrten unzweifelhaft festgestellt ist, dafs in unseren Breiten auch in den heifsesten Sommermonaten durchschnittlich schon in 3000 bis 4000 m Höhe die Temperatur des Gefrierpunkts angetroffen wird.

Wir dürfen nun mit Recht voraussetzen, dafs diese beiderlei Wolkenarten beim Gewitter nicht ruhig neben einander schweben, sondern in lebhafter gegenseitiger Bewegung begriffen sind. Die höheren Luftschichten besitzen ja fast immer eine starke Horizontalbewegung (meist von West nach Ost), auch wenn am Erdboden kein merklicher Wind geht; und die Vertikalbewegung der aufsteigenden Luftströme, welche z. B. bei den sogenannten Wärmegewittern die höher und höher sich aufthürmenden Haufwolken bilden, darf auch nicht gering angeschlagen werden. Ist man doch häufig im stande, auch bei recht fernem Hauf-Gewölk das Emporquellen der traubigen Gipfel sogar zusehends zu verfolgen! Wenn also die nachrückenden Cumulusmassen die oben entstandenen Frostnebel oder falschen Cirri wieder durchbrechen, werden sehr heftige relative Bewegungen vorkommen können. Zu den genannten Bewegungen der verschieden warmen Luftmassen, deren eine mit Eistheilchen, deren andere mit Wassertheilchen beladen ist, gesellt sich nun sehr wahrscheinlich häufig auch eine Wirbelbewegung des emporstrudelnden warmen Luftstroms, vielleicht auch gelegentlich absteigende Wirbelbewegung der kalten Luft. Daher scheinen beim Gewitter alle Bedingungen nicht nur für die heftige

[10]) Durch diesen Namen sollen die Gewittercirren von den übrigen Cirruswolken unterschieden werden, denen durchschnittlich eine viel gröfsere Höhe über dem Erdboden zukommt.

gegenseitige Reibung der Wasser- und Eistheilchen, sondern auch für ihre sofortige Trennung nach so erlangter elektrischer Ladung gegeben zu sein. So müssen fortdauernd neue Elektricitätsmengen erzeugt werden, so lange die verschiedenen Luftströme in hinreichend heftiger gegenseitiger Bewegung begriffen sind. In ähnlicher Weise scheint mir auch die gewöhnliche atmosphärische Elektricität, wenigstens der Hauptsache nach, auf die Reibung verschiedener Luftströme, die theils Wasser- theils Eistheilchen tragen, zurückgeführt werden zu können; doch soll hier nicht näher darauf eingegangen werden.

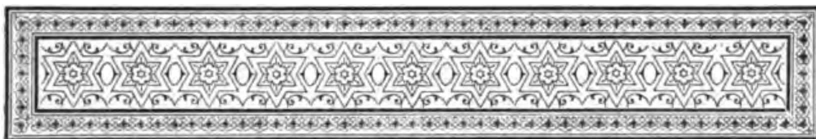
Um möglichst objektiv zu sein, will ich nicht unterlassen, ausdrücklich darauf hinzuweisen, dafs die mitgetheilten Versuche zwar eine annehmbare Grundlage für die Theorie bilden, dafs sie aber zum vollkommenen Beweise derselben noch nicht ausreichen. Dazu würde nämlich erforderlich sein, die Entstehung von Elektricität durch Laboratoriumsversuche nicht nur für den Fall nachzuweisen, dafs ein mit Tröpfchen beladener Luftstrom gegen festliegendes Eis stöfst, sondern auch für den Fall, dafs jener Luftstrom an einem zweiten, mit Eistheilchen beladenen Luftstrome reibend hinfährt. Solche Versuche sind ja nicht unausführbar, aber offenbar ziemlich verwickelt, und jedenfalls bisher noch nicht ausgeführt.

Für einen Vorgang indessen, und noch dazu für einen solchen der in der freien Natur ungemein häufig stattfindet, genügen die bisherigen Versuche nach Faradayscher Anordnung bereits als unmittelbarer und vollständiger Beweis, worauf ich bisher wohl noch nicht mit dem erforderlichen Nachdruck hingewiesen habe. Ich meine die Elektrisirung der Eiskörner beim Hagelfall. Denn ob der mit Tröpfchen beladene Luftstrom gegen ruhendes Eis stöfst, wie im Laboratoriumsversuch, oder ob sich das Eisstück durch eine mit Tröpfchen beladene Luftschicht schnell hindurchbewegt, wie beim Hagelfall: das kommt vollständig auf eins hinaus, da für die Elektrisirung durch Reibung nur die relative Bewegung und nachherige Trennung der beiden sich reibenden Körper mafsgebend ist. Nun ist aber die Fallgeschwindigkeit der Hagelkörner sehr bedeutend und durchaus vergleichbar mit jener Geschwindigkeit, mit welcher die aus dem Kompressionsgefäfs ausströmende Luft ihre Tröpfchen gegen das davorgestellte Eisstück schleudert. Es ist daher nicht zuviel gesagt, dafs die Ursache der Elektricität von Hagelkörnern, welche durch Tröpfchen enthaltende Luft herabfallen, durch Laboratoriumsversuche vollständig nachgewiesen ist. Bei dieser Gelegenheit sei noch auf eine interessante

Thatsache hingewiesen, welche sich den Herren Horn und Lang bei Untersuchung der Hagel- und Gewitterhäufigkeit in Bayern im Jahre 1887 ergeben hat, nämlich: dafs kein einziger Hagelschlag ohne Gewitterentladung stattfand.

Nach allem Mitgetheilten will es mir scheinen, als sei in dem Elektrisirungsvorgange bei der Reibung von Wasser und Eis die wahre oder doch die hauptsächlichste Quelle der elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre aufgedeckt.





Unser Wissen über das Zodiakallicht.

Von O. T. Sherman in Baltimore.[1])

Die nachfolgenden dankenswerthen Mittheilungen sind uns von Mr. Sherman aus Baltimore zugesandt worden, nachdem die in unserem Januarheft (No. 4) enthaltenen Darlegungen des Herrn Prof. Foerster über denselben Gegenstand bereits veröffentlicht, aber bevor die letzteren nach Baltimore gelangt waren. Die in den beiden Aufsätzen über denselben Gegenstand geäufserten Ansichten sind also völlig unabhängig von einander. Hiernach dürfte es für unsere Leser von Interesse sein, von den Verschiedenheiten und den Berührungspunkten der beiden Auffassungen Kenntnifs zu nehmen; die Sache kann dabei nur an Klärung gewinnen.

Nach einer kurzen Einleitung, welche wir, unter Bezugnahme auf den Eingang des früheren Aufsatzes, übergehen können, sagt Mr. Sherman folgendes:

In einem Punkte stimmen alle hinreichend ausgedehnten Untersuchungen des Zodiakallichtes überein, nämlich in dem Nachweise der Aenderungen, welche die scheinbare Elongation desselben (d. i. der Winkel zwischen der Richtung zur Sonne und der Richtung nach dem Scheitel der Lichtsäulen am Himmelsgewölbe) von Monat zu Monat erfährt. Schmidt, Jones, Dechevrens, Heis und Weber — sie alle liefern zahlenmäfsige Belege für jene Aenderungen, obwohl die Gleichartigkeit der wichtigen Beobachtungsreihe von Jones durch die während ihrer Dauer eingetretene Ortsveränderung des Beobachters getrübt ist. Näheres läfst die nachfolgende Zusammenstellung erkennen, welche die Elongationen in Graden, in einigen Fällen bis auf Zehntel des Grades angiebt.

[1]) Aus dem englischen Original-Manuscript übersetzt durch die Redaktion.

Monatsmittel der Elongationen des Zodiakallichts am Abendhimmel.

Beobachter	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Schmidt 1843—55	—	—	—	—	182.5	153.1	120.4	94.3	73.6	70.8	93.0	—
Dechevrens 75—79	—	—	—	58	65	126	120	93	65	82	79	68
Heis u. Weber 49—60	—	—	—	—	—	81.8	84.2	80.8	64.8	63.0	62.0	—
„ „ 61—71	—	—	—	—	—	84.3	89.0	84.8	76.8	75.8	70.7	—
„ „ 72—83	—	—	—	—	—	106.9	94.0	92.1	90.4	100.6	108.1	—
Jones 54	102	92	78	73	69	94	85	87	97	99	90	104

Monatsmittel der Elongationen des Zodiakallichts am Morgenhimmel.

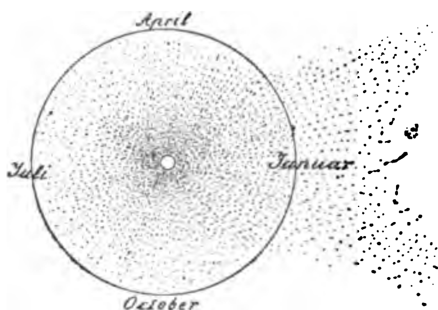
Beobachter	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni
Dechevrens 1875—79	—	60	70	65	90	113	103	65	40	—	—	—
Heis u. Weber 49—60	—	56.3	61.4	69.8	57.2	64.5	67.2	—	—	—	—	—
„ „ 61—71	—	58.0	60.5	74.7	84.0	68.3	—	—	—	—	—	—
„ „ 72—83	—	—	104.9	104.4	97.3	98.3	99.4	—	—	—	—	—
Jones 54	130	128	138	116	121	132	101	109	94	119	135	139

In einigen Fällen, in welchen von einem und demselben Beobachter unmittelbar auf einander folgende Abend- und Morgenerscheinungen des Lichtes gesehen worden sind, vertragen sich die aufgezeichneten Begrenzungen desselben mit der Auffassung von einer elliptischen Umgebung der Sonne. Andererseits ist es nicht selten vorgekommen, dafs die aufgezeichneten Umrisse der beiden korrespondirenden Erscheinungen am Abend und am Morgen eine Zusammengehörigkeit in diesem Sinne nicht ohne Zwang möglich erscheinen lassen. Indessen verliert der aus letzteren Fällen zu entnehmende Einwurf gegen die vorerwähnte Auffassung der unmittelbaren Zugehörigkeit zur Sonne doch an Kraft, wenn wir bedenken, dafs die Grenzen des Lichtes sogar in kurzen Zeiträumen eine sehr veränderliche Lage haben. Es ist schon sehr früh beobachtet worden, dafs die Lage dieser Grenzen schnelle Oscillationen bis zum Betrage von zwei Graden erfuhr, und Serpieri hat aus den Beobachtungen von Jones den folgenden Gang der stündlichen Mittelwerthe der Elongationen abgeleitet. Diese Elongationen der Spitze der Lichtsäule hatten hiernach am Abendhimmel in dem Zeitraume von 1 bis zu $3^1/_2$ Stunden nach dem Schlusse der Dämmerung folgende Beträge:

	1	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$ Std.
für den Lichtkern	64⁰	77⁰	87⁰	96⁰	99⁰	100⁰
für die diffuse Umhüllung	90⁰	107⁰	110⁰	116⁰	120⁰	—

Die entsprechenden Beträge in der Zeit von $3^1/_2$ bis 1 Stunde vor dem Beginn der Morgendämmerung waren die folgenden:

	$3^1/_2$	3	$2^1/_2$	2	$1^1/_2$	1 Std.
für den Lichtkern	120⁰	108⁰	110⁰	104⁰	94⁰	—
für die diffuse Umhüllung	139⁰	133⁰	137⁰	132⁰	128⁰	—

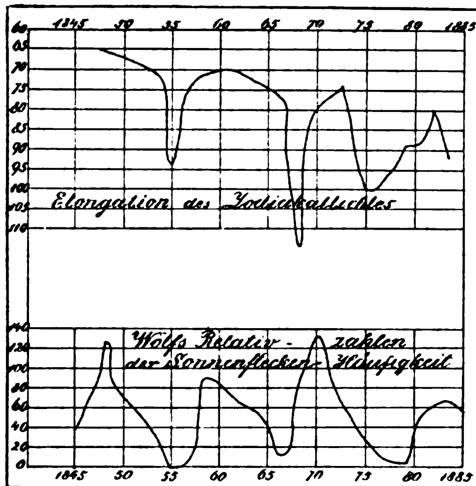


Andere Beobachter haben allerdings etwas solchen systematischen Veränderungen Aehnliches nicht bemerkt, aber an Nachweisen von vereinzelten Schwankungen ist kein Mangel. Archimis in Cadiz berichtet von einer zu Zeiten auf- und abschwellenden Säule, Hall in Jamaica von einer plötzlich erscheinenden und verschwindenden Verlängerung der Spitze, Schmidt von einem plötzlichen Hervortreten des Lichtes, während dasselbe vorher nicht beobachtet werden konnte. Wir möchten also die erste Auffassung von einer die Sonne umgebenden und Sonnenlicht reflektirenden Massenansammlung durch eine solche ersetzen, bei welcher wenigstens theilweise ein Selbstleuchten stattfindet.

Es ist deshalb von Interesse die Beziehungen darzustellen, welche zwischen den Elongationen und gewissen Stellen der Erdbahn bestehen. Die beigefügte ideale Skizze veranschaulicht die bezüglichen Beobachtungen (1875—79) von Dechevrens. Wenn man in Betracht zieht, dafs die Bewegung der Sonne im Weltenraum nach derjenigen Seite gerichtet ist, auf welcher sich die Erde in ihrer Bahn im Juli befindet, so läfst diese Darstellung eine Aehnlichkeit mit den Umgebungen der Hülle eines Kometen erkennen.

Da ferner in obiger ersten Zusammenstellung die Beobachtungen von Heis und Weber ein Anwachsen der mittleren Elongationen von Jahrzehnt zu Jahrzehnt andeuten, und da es somit wünschenswerth erschien, aus dem gesamten vereinzelten und zerstreuten Beobachtungsmaterial mittlere Werthe dieser Veränderungen von Jahr zu Jahr abzuleiten, so sind die oben in Monatsmitteln gegebenen einzelnen Beobachtungswerthe der Elongationen auf den wahrscheinlichsten Betrag für eine Art von Normalmonat reduzirt worden, indem man jeden

Monatswerth mit einem Mittelwerthe seines Verhältnisses zu dem Monatswerth für den März, als den wegen seines Reichthums an Beobachtungen am meisten hierzu geeigneten Normalmonat, multiplizirt hat. Der Mittelwerth aus den so reduzirten Monatswerthen ist für jedes Jahr als das von jährlicher Periode thunlichst befreite Jahresmittel betrachtet worden. Die auf diese Weise zu einzelnen Jahresmitteln verdichteten Beobachtungsreihen von Heis, Weber, Schmidt, Backhouse, Birt, Lowe, Webb und Jones sind dann mit einander verglichen und vermöge eines ähnlichen Verfahrens auf die besonderen Umstände der Beobachtungen von Heis und Weber einheitlich reduzirt worden.



Eine Darstellung der auf diese Weise gewonnenen Reihe von Jahresmitteln der beobachteten Elongationen und eine Vergleichung des Verlaufes dieser Zahlenwerthe mit den sogenannten Relativzahlen von Wolf in Zürich, welche die Häufigkeit der Sonnenflecken darstellen, ist in der beigefügten Skizze gegeben. Die obere Curve enthält hier die Darstellung des Verlaufes der beobachteten Elongationen des Zodiakallichtes von etwa 1846 bis gegen 1885, die untere Curve den Verlauf der Häufigkeit der Sonnenflecken für denselben Zeitraum.

Da sich, besonders gegen Ende dieses Zeitraumes, wo die Beobachtungen zahlreicher und regelmäfsiger geworden sind, eine ungefähre Uebereinstimmung des Eintrittes des Maximums der Elongationen mit dem Minimum der Sonnenflecken erkennen liefs, so ist die obere Curve derartig gezeichnet worden, dafs die Elongationen von oben nach unten wachsen, so dafs die tiefsten Punkte der Curve den gröfsten Elongationen entsprechen, während umgekehrt in der Sonnenflecken-Curve die tiefsten Punkte den geringsten Fleckenzahlen entsprechen.

Aufser jener, in den letzten drei Jahrzehnten deutlicher hervortretenden Aehnlichkeit zwischen dem Verlaufe der beiden verschiedenen Arten von Erscheinungen läfst diese Skizze auch erkennen, dafs mit der Zeit eine allmähliche Zunahme der Elongationen des Zodiakallichts

stattgefunden hat. Auch Cassinis Beobachtungen zwischen den Jahren 1683 und 1688, innerhalb deren im Jahre 1684 ein Maximum der Sonnenflecken eingetreten ist, ergeben in dem letzteren Jahre den geringsten Werth der Elongation, während dieselbe vorher und nachher etwas gröfsere Werthe gehabt hat. Cassini macht zwar selber die Bemerkung, dafs zu der Zeit, zu welcher gar keine Sonnenflecken dagewesen seien, auch das Zodiakallicht unsichtbar geblieben sei, doch sind die zahlenmäfsigen Angaben seiner Beobachtungen mit dieser Bemerkung in Widerspruch. Allerdings würde es mit den bei totalen Sonnenfinsternissen angestellten Beobachtungen über die Corona in Uebereinstimmung sein, wenn das Zodiakallicht zur Zeit des Sonnenfleckenmaximums gröfsere Helligkeit hätte.

Das in nachfolgender Zusammenstellung enthaltene Ergebnifs betreffend die relative Häufigkeit von Zodiakallicht-Beobachtungen während der letzten 40 Jahre läfst ferner die Folgerung zu, dafs die gröfste Wahrscheinlichkeit für die Wahrnehmung des Zodiakallichts in unseren Breiten ungefähr 4 Jahre vor den Zeitpunkten eines Sonnenflecken-Minimums und die geringste Wahrscheinlichkeit einer Entfaltung des Zodiakallichts nahe um die Zeit der Sonnenflecken-Maxima stattfindet.

Relative Häufigkeit von Zodiakallicht-Beobachtungen:

Im dem Jahre des Maximums der Sonnenflecken: 12

1	Jahr	nachher	11	6	Jahre	nachher	27
2	Jahre	„	18	7	„	„	22
3	„	„	18	8	„	„	23
4	„	„	26	9	„	„	23
5	„	„	31	10	„	„	18

Stellt man sodann die Ergebnisse spektroskopischer Beobachtungen des Zodiakallichtes mit dem Verlaufe der Sonnenflecken-Periode zusammen, so scheinen sich auch hierbei gewisse Beziehungen herauszustellen.

Leider müssen wir uns an dieser Stelle versagen, in die Einzelheiten dieser Spektral-Wahrnehmungen einzugehen, und können nur darauf hinweisen, dafs während des Anwachsens der Häufigkeit der Sonnenflecken und um die Zeit des Maximums derselben das Zodiakallicht überwiegender reflektirtes Sonnenlicht zu enthalten, dagegen um die Zeit des Sonnenflecken-Minimums mehr Eigenlicht zu entwickeln und überhaupt heller zu sein scheint.

Die Charaktere dieses Eigenlichtes scheinen uns auf eine Ver-

wandtschaft einestheils mit dem Polarlicht der Erde, anderntheils mit der Corona der Sonne hinzudeuten.

Auch die Polarisations-Beobachtungen, obwohl sie noch sehr vereinzelt sind, weisen darauf hin, dafs zu den Zeiten der Sonnenflecken-Maxima das reflektirte Licht, zu den Zeiten der Minima das Eigenlicht in dem Zodiakallicht überwiegt.

Alles dies bedarf noch sehr der Vervollständigung und Verschärfung der Beobachtungen und derselben Aufmerksamkeit, welche man den Sonnenflecken selber widmet, besonders wenn man auch die bereits angedeuteten Variationen von kürzerer Periode ergründen will.

Die oben gegebene kometenartige Skizze läfst erkennen, dafs wahrscheinlieh vom November bis zum März unsere Erde von den das Zodiakallicht bildenden Massentheilchen immer umhüllt ist. Der den ganzen Thierkreis entlang sich erstreckende matte Lichtstreifen und der „Gegenschein“ zeigen an, dafs diese Massen sich über die Erdbahn hinaus erstrecken.

Jede Vorstellung von den Ursachen der ganzen Erscheinung müfste sich daher einerseits an die Corona, andererseits an das Polarlicht anschliefsen, dabei aber im stande sein, Massentheilchen auf der von der Sonne abgewandten Seite der Erde zu liefern und doch mit den Bewegungen der Himmelskörper zwischen uns und der Sonne verträglich bleiben.

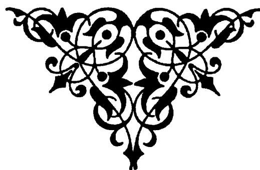
In der Baker-Vorlesung von 1885 hat Huggins Vermuthungen über die Ursachen der Corona der Sonne ausgesprochen, welche diesen Forderungen am besten zu entsprechen scheinen. Bei einer Betrachtung der Corona-Zustände findet er, dafs dieselbe wesentlich nur aus feinen Dustpartikeln bestehen könne, welche glühend seien und unter denen die gasförmigen Bestandtheile keinen atmosphärenartigen Zusammenhang haben. Alle diese Massentheilchen werden anscheinend von der Sonne hinweg durch ebensolche Kräfte getrieben, wie sie bei der Bildung der Kometenschweife wirksam sind.

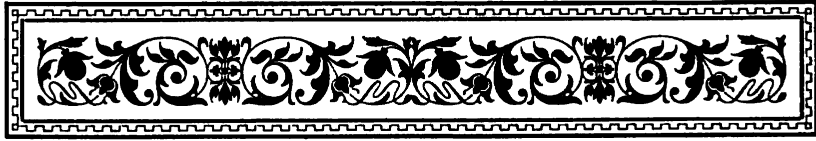
Da die Sonnen-Oberfläche der Sitz unaufhörlicher Konvulsionen und Ausbrüche ist, welche Schleudergeschwindigkeiten hervorbringen von eben so viel Kilometern in der Sekunde, als unsere Stürme in der Stunde durchlaufen, ist es nicht ungereimt anzunehmen, dafs aus den Sonnen-Hüllen Theile, welche ein gleichnamiges elektrisches Potential mit der Sonnenoberfläche haben, losgerissen und so weit hinausgeschleudert werden, dafs dann die elektrische Abstofsung genügt, um die Wirkung der Massen-Anziehung der Sonne zu überwinden und diese Theilchen ganz von der Sonne hinwegzutreiben.

Solche Theilchen könnten nach Huggins auch Material für das Zodiakallicht liefern. Sollten die auf solche Theilchen wirkenden Anziehungen und Abstofsungen in der Nähe der Erdbahn eine Art von Gleichgewicht erreichen, dann würde dieser Rauch des grofsen Sonnenfeuers, wie man dieselben nennen könnte, sich bei und nach einem Sonnenflecken-Maximum ansammeln und etwa um die Zeit des Flecken-Minimums seine jeweilige gröfste Dichtigkeit erreichen.

Möglicherweise können jene Ausströmungen elektrischer Partikel in den obersten Schichten unserer Atmosphäre elektrische Erscheinungen hervorrufen, und diejenigen Theilchen, welche über die Erde hinausdringen, können dem Gegenschein und dem den ganzen Thierkreis entlang ziehenden Lichtstreifen die Entstehung geben.

Dem Beobachter und dem Rechner wird das letzte Wort über alle diese Fragen gebühren.





Die norwegische Nordmeer-Expedition.

Von **Prof. Dr. H. Mohn,**

Direktor des Norwegischen Meteorologischen Instituts in Christiania.*)

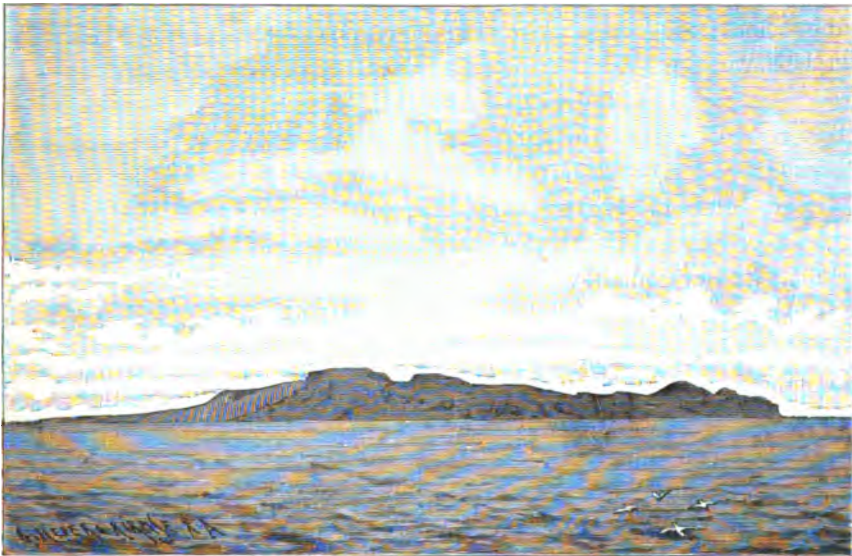
(Fortsetzung.)

Vom 8. bis zum 13. Juli war die Expedition in Hammerfest, woselbst astronomische und magnetische Beobachtungen gemacht wurden, während das Schiff zu einer Tour nach Westen gegen das grönländische Eis zugerüstet wurde.

Am 13. Juli verliefsen wir Hammerfest wieder und nahmen Kurs gegen WNW. Am 16. waren wir schon im Polarstrom, und am 17. erreichten wir das Grönlandeis, welches unserm weiteren Vordringen gegen Westen ein Ziel setzte. Wir dampften alsdann nördlich längs der Eisgrenze und lotheten unsere gröfste diesjährige Tiefe, 3630 m. Von hier wurde wieder ostwärts gesteuert, und am 23. befanden wir uns nordöstlich von Beeren-Eiland. Nachmittags, als wir südwärts steuerten, wurde die Insel sichtbar. Mount Miserys Gipfel war in Wolken gehüllt. Unter steifer Brise und zunehmender See passirten wir Beeren-Eiland an der Ostseite und gingen zur Südostseite hinüber, wo wir am 4. Juli geankert hatten. Der Wind und die See waren inzwischen so heftig geworden, dafs sie die Landersteigung hinderten. Inzwischen waren wir so nah gekommen, dafs wir im Fernrohr das Russenhäuschen und seine Umgebung erkennen konnten. Die Flagge, welche die Stelle bezeichnete, wo wir die Post an die holländische Expedition niedergelegt hatten, war nicht mehr zu sehen, so dafs wir Grund hatten, anzunehmen, dafs die Holländer dort gewesen und ihre Post geholt hatten. Bei unserer Rückkunft nach Hammerfest erfuhren wir, dafs dies der Fall gewesen. Unter Beeren-Eilands Südostküste blieben

*) Aus dem norwegischen Original-Manuskripte übersetzt von F. S. Archenhold und revidirt vom Verfasser.

wir ein paar Stunden lang liegen, um unsern Kurs um 10 Uhr Abends unter vollem Dampf und aufgehifsten Topsegeln und Fock gegen Fruholmen, den nördlichsten Leuchtthurm Norwegens, zu nehmen. Der Wind blies ziemlich stark im Rücken und die See wuchs, je mehr wir uns von Beeren-Eiland entfernten. Vöringen lenzte (ging mit dem Winde) südwärts — mit einer Geschwindigkeit von 8—9 Knoten unter dem gröfsten Rollen, das auf der ganzen Expedition seit der Fahrt von Island nach Norwegen vorgekommen war. So ging es die ganze Nacht. Am andern Morgen und Mittag machten wir Sonnenbeobachtungen, welche eine Fahrt von 8,6 Knoten anzeigten. Nachmittags ging es noch gleich schnell und gleich stark rollend südwärts.



Beeren Eiland von SW., 12' ab Mount Misery.

Es traten Regenschauer ein, und die Luft wurde dick (neblig). Der Horizont verhüllte sich von Zeit zu Zeit, eine schlimme Sache, wenn das Land erreicht werden soll. Im Regenschauer ging es so einige Stunden weiter mit derselben Geschwindigkeit und wachsender See. Inzwischen war das grofse Topsegel festgemacht und das Vordertopsegel eingerefft. Wir wufsten jetzt, dafs wir uns dem Lande näherten, konnten aber noch nichts davon sehen. Da, um 10 Uhr, grade 24 Stunden später als wir Beeren-Eiland verlassen hatten, sah der Lootse im Nebel plötzlich den Leuchtthurm auf Fruholmen und kurz darauf einige Inseln, die er erkannte. Wir wufsten sonach, wo wir waren, — in Rolfsösund. Wir hatten aber Fruholmens Leuchtthurm nicht zur Linken,

wie es unser Besteck voraussetzte. Wir hatten ihn zur Rechten und waren demnach von der Strömung stark nach Osten getrieben, indem wir uns dem Lande in der dicken Luft näherten. Wäre die Strömung weniger stark gewesen, so hätten wir leicht in dem Nebel auf Land rennen können. Wir fühlten uns jetzt erleichtert und das ruhige Wasser auf dem Wege nach Hammerfest liefs uns die Mühseligkeiten des vorangegangenen Tages vergessen.

An demselben Tage war die „Vega“ mit Nordenskjöld und Palander auf dem Wege nach Osten, und bei dem Sturme, der uns von Beeren-Eiland bis Fruholmen verfolgte, lag „Vega“ in Maasösund vor Anker, dessen Hafen so nahe bei Fruholmen liegt, dafs bei uns sogar die Rede davon war, diesen Platz für die Nacht aufzusuchen. Aber eine Begegnung zwischen Vega und Vöringen wurde vereitelt, da letzterer des Nachts die Reise nach Hammerfest fortsetzte.

Am 29. Juli, 6 Uhr Nachmittags, lichtete Vöringen wieder die Anker und verliefs Hammerfest für immer, indem er die gastfreien Einwohner der Stadt mit 4 Kanonenschüssen zum Abschied grüfste. Wir steuerten nordwärts, um baldmöglichst das Fahrwasser nördlich von Beeren-Eiland zu erreichen. Das Meer war ruhig und das Wetter schön. Ungewöhnlich viele und grofse Wale wurden gesehen, als wir uns der Breite von Fruholmen näherten, theils in der Ferne, wo die Wassersäulen derselben wie weifse Segel am Horizont standen, theils so nahe am Schiffe, dafs ihr Athemzug gehört werden konnte; bisweilen hatten wir auch den gewaltigen Anblick eines Wales, wie er, mit gehobenem Hintertheil und Schwanz hoch über Wasser, untertaucht. Inzwischen wurde uns die Gelegenheit zu einer Beobachtung genommen, die für uns von Interesse war, nämlich die einer hier grade stattfindenden Sonnenfinsternifs, indem Wolken über dem nördlichen Horizont uns den Anblick der Sonne völlig raubten. Die Sonnenfinsternifs war von unserem Standpunkt aus nur partiell, und ihre Beobachtung daher nicht von besonderer Bedeutung. Wären wir weiter östlich gewesen, so würden wir vielleicht das Vergnügen gehabt haben, sagen zu können, dafs wir eine Sonnenfinsternifs um Mitternacht gesehen hätten.

Am 31. Juli um die Mittagszeit näherten wir uns Beeren-Eiland. Das Wetter hatte sich inzwischen geändert, es war ziemlich dick geworden, so dafs wir nur mit Mühe die Spitze des Mount Misery sehen konnten und der Backbord-Bug durch vorübertreibende Wolkenmassen sichtbar wurde. Als wir um 2 Uhr in die Nähe der Insel kamen, wuchs die Windgeschwindigkeit von 5 auf 13 m in der Sekunde, und das Barometer begann mit einer beunruhigenden Schnelligkeit zu

sinken, während gleichzeitig sich ein Nebel über den ganzen Gesichtskreis legte; insgesammt bedeutungsvolle Anzeichen eines kommenden Sturmes, die wir von früheren Touren her nur allzu gut kannten. Der Wind bliefs von Südwest, und es wurde deshalb beschlossen, das Wetter auf der Nordostseite der Insel abzuwarten, wo wir waren, und die auch gegen die wachsende See Schutz bot.

Nun begann, was wir unser Gefängnifsleben nennen können. Volle achtundfünfzig Stunden lang wurden wir hier festgehalten. In ganz langsamer Fahrt gingen wir unter dem Schutze des Mount Misery hin und her, aus und ein. Unter dem Lande war die See ziemlich ruhig; aber die Windstösse, die vom Gebirge herunterkamen, gingen heulend durch das Tauwerk. Trieben wir weiter ab vom Lande, so wurde der Seegang gleich merkbar und am Horizont tauchten, gegen Süden und Norden, grofse, weifse Schaumwellen auf, die uns stets Kunde gaben von dem Seegang, der draussen auf offenem Meere herrschte. Der Himmel war von dicken, treibenden Wolkenmassen verschleiert, die nicht nur den Gipfel jenes Berges des Elends einhüllten, sondern uns sogar des Anblicks auf das niedrige Land beraubten. Unter diesen Umständen mufsten wir uns glücklich preisen, dafs der Sturm uns an einer Stelle erreicht hatte, wo wir einigermafsen in Sicherheit waren.

Draufsen auf dem Meere war kein Arbeitswetter, aber dennoch war unsere Lage, um einen milden Ausdruck zu gebrauchen, „kummervoll“ zu nennen. Wir hatten ein grofses Stück Arbeit vor uns; wir wollten das Meer zwischen Beeren-Eiland und Spitzbergen, das Meer zwischen Spitzbergens Westküste und dem Grönlandeis und dann noch Spitzbergens Fjorde und Bänke untersuchen und zu all diesem hatten wir nur eine begrenzte Zeit. Auf unseren beiden früheren Touren hatten wir ja allerdings die vorausberechneten Routen eingehalten, waren aber auf diesen doch nicht so weit vorgedrungen, wie wir wünschten, einestheils weil die von uns gesuchten Naturverhältnisse näher lagen, als vorauszusehen war, anderentheils weil eine mächtige Eiswand uns Halt gebot und uns unserer beiden westlichsten Stationen beraubte. Aber jetzt, gleich zu Beginn unserer letzten und längsten Reise wetterlahm zu liegen! Mit welchem Interesse wurde nicht jede Stunde nachgeforscht, welche Geschwindigkeit der Windmesser aufwiefs, wie oft nicht das Barometer zu Rathe gezogen! Das arme Barometer, sein innerer Mechanismus zersprang später plötzlich, so dass es vollkommen invalid wurde. Wie oft richtete sich nicht das Auge, das bewaffnete sowohl wie das unbewaffnete, gegen den Horizont,

um nachzuforschen, ob der Himmel sich aufhelle und die See sich beruhige.

Auf dem Lande, wo man bei schlechtem Wetter bequem in seiner Stube sitzen kann, vergehen die Tage schneller als auf der See die Stunden der Sehnsucht nach besserem Wetter, die nur durch den „Kojendienst“ angenehm unterbrochen werden. Wir waren erst im Anfangsstadium unserer Fahrt. Die wenigen Stationen, auf denen wir seit unserm Fortgang von Hammerfest gelotet hatten, genügten nicht, um uns für mehrere Tage an Bord in Arbeit zu halten. Die wissenschaftliche Arbeit war zu Ende und viel von solcher Arbeit liefs sich in diesen „kummervollen“ Tagen nicht machen; dazu ist das menschliche Gehirn nicht eingerichtet. So verstrichen die kostbaren Tage für uns ohne Arbeit, ohne Resultate, ohne dafs wir vom Fleck kamen. Das ging auf die Dauer nicht, etwas mufste geschehen. Es wurden die Skizzenbücher durchblättert. Hier fanden sich Studien von den vorhergehenden Touren, die zur Illustration unserer Fahrt benutzt werden konnten. „Vöringens Maler-Akademie“, unter der Leitung unseres vortrefflichen Landschaftsmalers F. W. Schiertz[1]) aus Leipzig, trat in volle Wirksamkeit. Jedoch war die Luft so feucht, dass die Wasserfarben nicht trocknen wollten. Aber auch hiergegen gab es Rath. In der „Schiffsküche“ ist es allezeit angenehm und warm, und bald sah man die Schüler der Akademie auf der Wanderung vom Arbeitssalon hinauf zu der Kombüse[2]) mit den nassen Farben, hinunter mit den trocknen. Dem Aergerlichen unserer Lage war den Stachel gebrochen, die Kunst hatte ihre versöhnenden Schwingen darüber gebreitet.

Mehr als 30 Stunden sind auf diese Art vergangen. Es ist Abend. Die Luft ist etwas klarer geworden, die Wolken hängen nicht mehr so weit herab über Mount Misery. Der Seegang hat nachgelassen. Sollen wir diese Nacht einen Landungsversuch machen? Diese Frage wird am Abendtisch diskutirt und das Resultat ist, dafs ein Versuch gemacht werden soll. Ein scharfes Auge hatte an der Küste eine Stelle entdeckt, wo es möglich war, mit Booten ans Land zu kommen. Die, welche sich zum Landgang gemeldet hatten, gingen in ihre Kabine hinunter, um sich für die Tour zu rüsten. Lederjacke, Seemannsrock, Seestiefel, Taback, Kompafs, Hammer, Taschenbarometer, Beobachtungs- und Skizzenbücher, Gewehr, Botanisirtrommel, — alles dies wurde

---

[1]) Bemerkung des Uebersetzers. Herr F. W. Schiertz ist inzwischen, für seine Kunst zu früh, im Jahre 1888 zu Balestrand am Sognefjord gestorben.

[2]) Schiffsküche.

angelegt, beziehungsweise in aller Eile mitgenommen; ein Boot wurde heruntergelassen und war schnell gefüllt mit Personen, die ans Land steigen wollten. In der Nähe des Landes war das Meer anscheinend ruhig. Wir ruderten auf die ausersehene Landungsstelle zu. Ein weifser Fleck auf dem Lande bezeichnete die Stelle. Als wir dem Lande näher kamen, zeigte es sich, dafs der weifse Fleck ein Wasserfall war; wir befanden uns an der Mündung des englischen Baches. Er lief in eine kleine Bucht aus, rechts begrenzt von einer steilen Felswand; zur Linken lagen Untiefen, über welche sich das Meer mit Ungestüm brach. Eine starke Hebung und Senkung des Meeres zeigte sich an der Küste und in der Bucht. Das Landen war nicht so leicht, wie es vom Schiffe aus den Anschein hatte. Wir waren mittlerweile hierauf vorbereitet. Ein Bootsanker und eine hinreichende Meterzahl Tau waren mitgenommen. Eine Strecke ab vom Lande wurde der Bootsanker ausgeworfen und das Boot vermittelst der Ruder mit dem Steven gegen das Land gehalten. Das Tau wurde abgewickelt und, indem der Vordersteven das Land berührte, sprangen alle Mann ans Land, durch die Seestiefel vor nassen Füfsen geschützt. Sodann wurde das Boot selbst aufs Land gezogen, da es bei dem Heben und Senken des Meeres nicht im Wasser bleiben konnte, ohne voraussichtlich in Stücke zerschlagen zu werden. Da wir die Ebbe- und Fluthverhältnisse auf Beeren-Eiland nicht näher kannten, brachten wir das Boot, um es nicht zu verlieren, weit landaufwärts, indem wir Treibholzstücke, die am Strand umherlagerten, als Rollen unter den Kiel schoben. Hinter der höchsten sichtbaren Wassermarke wurde das Boot an einigen gröfseren Steinen festgebunden. Hierauf begann die Wanderung und die Untersuchungen. Alsbald erreichten wir die Anhöhe und genossen einen Ueberblick über das niedrige Land von Beeren-Eiland. Kleine Steinkohlenstückchen lagen lose zwischen den Oberflächengesteinen. Das Plateau, auf dem wir wanderten, war im grofsen und ganzen horizontal; nur hier und dort zeigten sich kleine Erhebungen. Es lag ungefähr 30 Meter über dem Meere. Wir wanderten der nördlichen Küste entlang. Die Oberfläche bestand aus lauter lockeren, vom Frost losgesprengten Steinen, wie ich es in ähnlicher Weise schon früher auf mehreren unserer hohen Gebirgsgipfel gefunden hatte. Die losgesprengten Steine bildeten an vielen Stellen ein scharfkantiges Geröll, so dafs wir froh waren, Seestiefel zwischen den spitzen Steinen und unseren Füfsen zu haben. An andern Stellen hingegen gaben die bereits zu Staub verwitterten Gesteinarten einen guten Wegkörper ab; verschiedene Pflanzen lugten verschämt mit

ihren Blüthenköpfen aus dem spärlichen Erdreich hervor. Gröfsere und kleinere Stellen von Moos bildeten das einzige Grün, dem das Auge auf dieser öden Fläche begegnete.

Wir folgten der eigenthümlich geformten Küste. Ueberall jähe, gerade ins Meer gehende Abhänge. Wir sahen niedergestürzte Bergschichten, über die sich die Dünungen (Schlagwellen) so lange brachen, bis sie die Felsen entzwei gemahlen und auf den Meeresgrund abgelagert hatten. Wir sahen die obersten Lagen vorn überhängen, nahe daran, wie ihre Vorgänger, ins Meer hinunter zu stürzen. Nur vorsichtig! Die Schichten liegen schon auf der Kante; eine klaffende Ritze, mehrere Meter weit in das Plateau hineinragend, hat schon das für den nächsten Sturz bestimmte Stück von dem Mutterfelsen abgeschnitten.

Der nördlichste und gröfste Theil von Beeren-Eiland wird von horizontalen Schichten gebildet, die der Kohlenzeit angehören; einzelne Kohlenschichten sind von Keilhau nahe den Stellen, die wir besuchten, nachgewiesen. Das Meer übt beständig eine ersichtliche Wirkung aus. Die Brandung untergräbt die höheren Schichten, indem sie die untersten losbröckelt und zermahlt, bis die ersteren ihre nothwendige Stütze verlieren und plötzlich vornüber ins Meer stürzen. Es geht mit Beeren-Eiland wie mit vielen anderen Küsten und auch mit dem Niagara. Die Ufer rücken stetig landeinwärts. Die Insel wird kleiner und kleiner, aber die Meerbänke rings herum werden gröfser und gröfser. Wer weifs, ob die Insel nicht einmal landfest mit Spitzbergen verbunden war oder fast bis dahin gereicht hat? Die Landschaft zeigt noch andere Eigenthümlichkeiten. Die Küstenlinie, welche vom Meere aus völlig eben aussieht, ist es ganz und gar nicht. Vorsprünge und Buchten wechseln mit einander ab. Die letzteren bezeichnen die Stellen, wo das Meer bereits seine nivellirende Arbeit ausgeführt hat; nach diesen kommen die Vorsprünge an die Reihe, sobald sie zu weit in das alles verschlingende Element hineinragen. Zwei Vorsprünge sind die merkwürdigsten und zeigen, wie das Aussehen des Landes sich stetig verändert. Hier ragen senkrechte Säulen aus dem Wasser empor und verrathen durch ihre horizontalen Bergschichten ihre frühere Zugehörigkeit zu dem festen Lande, von dem sie jetzt durch die Macht der Wellen gänzlich getrennt sind, welche das Zwischenliegende dem Meere überliefert haben. Diese Säulen waren für die Seevögel willkommene Brutplätze; hier konnte der Fuchs weder sie noch ihre Nester erreichen. Auch an den steilen Wänden, welche die Küste sonst gegen das Meer hin bildete, war jeder Schlupfwinkel von den Seevögeln besetzt. Während unserer Wanderung machten wir auch kleine Ab-

stecher in das Innere der Insel. Hier lag, 6—700 m von der Küstenlinie ab, eine lange Reihe von kleinen, untiefen Gewässern. Die Temperatur dieser Gewässer betrug 9° C. Viele Vögel hielten sich hier auf, lauter Seevögel, die unsere Jäger vollauf beschäftigten und ihnen eine gute Beute ausgezeichneter Exemplare von theilweise seltenen Arten verschafften.

Inzwischen hatten die Wolken sich so weit gehoben, dafs wir den ganzen untersten Theil von Mount Misery deutlich sehen konnten. Wir hofften deshalb auf einigermafsen gutes Wetter während unserer Tour. Aber es zeigte sich bald, dafs der Meteorolog auf Beeren-Eiland ebenso vielen Täuschungen ausgesetzt ist, wie anderwärts. Kaum hatte unsere Wanderung über die Insel recht begonnen, als auch schon ihre klimatische Kopfbedeckung, der Nebel, sich wieder über den niedrigen Theil der Insel ausbreitete. Er trat so stark auf, dafs einen Augenblick die Rede davon war, sofort umzukehren, bis im Kriegsrath beschlossen wurde, die Tour fortzusetzen. Es ging weiter nordwärts. Die Aussicht war beschränkt genug, jedoch gerade ausreichend, um sich immer wiederzufinden und nicht die jähen Abhänge hinunterzustürzen. So ging es einige Stunden lang. Wir waren ungefähr 7—8 km weit vorgedrungen, als die Küste sich mehr gegen Nordwest wandte. Unser Ziel, den Kohlenhafen mit den Steinkohlenlagern, hatten wir noch nicht erreicht und fingen allmählich an zu ahnen, dafs wir die Stelle verfehlt hatten. Ueberhaupt war er von der Insel aus kaum zu erreichen, sondern nur bei ganz ruhigem Wetter in Booten von der Seeseite aus. Weiter vorzudringen bis zu Tobiesens Hütte, wo dieser bekannte norwegische Schiffer einst überwintert hatte, lag aufserhalb unseres Planes. So wurde beschlossen umzukehren. Es war 2 Uhr Morgens. Alsbald wurde gemeldet, dafs wir auf Versteinerungen gestofsen seien, und alle Mann begaben sich ans Sammeln. Endlich begann der Rückmarsch ernstlich, er war lang und beschwerlich. Der Kompafs wurde zu unserem Wegweiser. Die stets unentbehrlichen Brillen beschlugen von dem Nebel derart, dafs sie fast unbrauchbar wurden. Unter solchen Umständen war es schwierig, über die scharfkantigen Gesteine des Gerölles glücklich hinwegzukommen. Die Uebung half bald auch dieses Hindernifs überwinden. Während des Rückmarsches bemerkte ich, dafs das Barometer wieder stark sank und der Wind zunahm; ein neuer Sturm war im Anmarsch, die alte Regel bestätigend: „Ein Wirbel kommt selten allein.“

Wo war Vöringen? Als wir ihn zuletzt gesehen hatten, ging er unweit des Landungsplatzes hin und her, aber da war das Wetter

noch klar. Was hatte unser Kapitain gemacht, als der Nebel wieder auftrat? „Ich will wünschen, dafs er geankert hat," sagte der Nächstkommandirende zu mir. Plötzlich kamen wir an einen Einschnitt, an das Thal mit dem englischen Bache.[1]) Wir stiegen den Abhang hinunter und sahen zu unserer grofsen Freude „Vöringen" vor uns vor Anker liegen. Unser Boot fand sich an derselben Stelle vor, wo wir es festgebunden hatten und wir konnten unsere Vorsicht preisen, die es uns hatte so hoch ziehen lassen, da die Fluth beinahe bis zum Kiel gestiegen war. Sofort drehten wir das Boot mit dem Steven gegen die See und zogen die Ankerleine fest an; einige stiegen ins Boot, während die übrigen es in die Brandung hinausschoben und alsdann nachsprangen. Wir waren sofort flott und ritten vor unserm kleinen Anker, als wir zu unserm Erstaunen bemerkten, dafs einer von uns am Ufer zurückgeblieben war, der nicht Platz gefunden hatte, sich ins Boot zu schwingen. Die Ruder auslegen, in der Ankerleine nachgeben und zurück ans Ufer rudern, war die Sache eines Augenblickes, und im nächsten schon stand der letzte Mann, Dank seiner turnerischen Fertigkeit, im Boot. Es wurde aus der Brandung herausgerudert, der kleine Anker heraufgeholt und an „Vöringen" herangerudert, wo unser Kapitain uns mit der erquickenden Nachricht empfing, dafs er warmen Kaffee für uns bereit habe.

Das allgemeine Wohlbefinden erreichte seinen Höhepunkt, als die nassen, schweren Kleider mit trockenen, leichteren gewechselt, der Kaffee getrunken und die Pfeifen angezündet waren. Es war bereits 4 Uhr Morgens und es schien, als ob die Müdigkeit sich gar nicht einstellen wollte. Da wurde gemeldet, dafs die Mannschaft fische. Auf Deck lagen schon mehrere grofse Dorsche und immer wieder wurde einer nach dem andern heraufgeholt. Alle Angeln wurden in Thätigkeit gesetzt; Matrosen und Männer der Wissenschaft fischten um die Wette. Der Meeresboden lag 20 Meter unter uns. Kaum waren die Angelschnüre ausgeworfen und das Senkblei am Boden, so bissen die Fische auch schon an und theilweise so stark, dafs man die Schnur mit Macht zurückhalten mufste. Mehrere der Mannschaft hatten nichts Anderes zu thun als alle die grofsen Dorsche zu reinigen, die jeden Augenblick von den Fischenden auf Deck geworfen wurden. Da lagen sie in so grofsen Haufen, dafs es schwer war durchzukommen. Der Magen-Inhalt wurde von den Zoologen fleifsig studirt.

Während des Fischfanges war das Wetter veränderlich. Bald

---

[1]) Engelskeven.

triefte es vom Nebel, so dafs alles feucht wurde, bald brach die Sonne durch und zeigte Land, Meer und Himmel in der schönsten Beleuchtung, ein immer wechselndes Panorama, das wohl eine ungetheilte Aufmerksamkeit des Auges verdient hätte. Aber der Sport des Fischens nahm die damit Beschäftigten vollauf in Anspruch und theilweise derart, dafs hautlose Finger noch drei Wochen lang täglich an die herrliche Fischerei von Beeren-Eiland erinnerten. Es war ein grofses Vergnügen, den Seevögeln beim Fischen zuzusehen. Wenn ein Stück Dorschleber über Bord geworfen wurde, schlugen sich gleich eine grofse Menge von Sturmvögeln (Procellariae) darum und hier und dort sah man in der Schaar der Sturmvögel eine würdige Bürgermeistermöve. Der Glückliche, der die Beute in den Schnabel bekam, suchte gleich damit zu einer abgelegenen Stelle zu flüchten, stets gefolgt von vielen Neidischen, die ihm noch die Beute streitig machen wollten. Aeufserst komisch war es, zu sehen, wie die Sturmvögel, die schlechte Taucher sind, sich bemühten, ein untersinkendes Stück Leber zu erhaschen. Um 7 Uhr endlich nahm die Zahl der Fische ab und infolge dessen auch bald die der Fischer. Um 8 Uhr war die Fischerei zu Ende; es lagen da auf Deck 200 grofse Dorsche von einer Elle Länge. Welches Blutbad und welche Reinigungsarbeit! Der Fang hatte keine volle vier Stunden gedauert und die Beute wäre auf dem Fischmarkt von Christiania mit 400 Kronen bezahlt worden. Der kleinste Theil wurde frisch verspeist, der Rest von der Mannschaft eingesalzen.

Das war eine Sommernacht auf Beeren-Eiland.

(Fortsetzung folgt.)





Ueber das Eindringen des Lichts in die Tiefen des Meeres.

Von Admiralitätsrath **Rottok.**

Die Frage über die Tiefe, bis zu welcher das Tageslicht in das Meerwasser einzudringen vermag, ist nicht nur für den Seemann von besonderem Interesse und praktischer Bedeutung, sondern auch für das Studium der biologischen Tiefseeforschung von hervorragender Wichtigkeit. Wenn man trotzdem bisher zu keiner befriedigenden Lösung derselben, zu keinem sicheren Resultat gelangt ist, so liegt dies zum Theil in dem wenigen uns hierüber zur Verfügung stehenden Beobachtungsmaterial, zum Theil in der Schwierigkeit der Bestimmung, an der Unvollkommenheit der Methoden. Ueber den Stand der Frage giebt eine im Februar-Heft der Annalen der Hydrographie veröffentlichte Arbeit von Professor Krümmel[1]) Aufschlufs, in welcher er das wichtigste hierüber bekannte Material zusammengetragen hat.

Die bisher fast allgemein, besonders an Bord von Schiffen auf See angewandte Methode, die Durchsichtigkeit des Wassers zu bestimmen, bestand darin, dafs der Beobachter einen Gegenstand (gewöhnlich eine weifse Scheibe) an einer abgemessenen Leine im Wasser versenkte und die Tiefe feststellte, bis zu welcher dieselbe sichtbar blieb. Auf diese Weise erhielt bereits im Jahre 1817 O. von Kotzebue an Bord der Rurik bei Anwendung eines Stückes rothen Tuches eine Sichttiefe von 29 m, mit einem weifsen Teller von 50 m. Kapitain Duperrée machte auf der Coquille 1823 und 1824 ähnliche Beobachtungen, wobei er als Versenkungskörper ein weifses 66 cm breites Brett benutzte, welches schon in 12—23 m Tiefe dem Auge entschwand; Kapitain Bérard (1841) sah einen weifsen Teller noch in 40 m Tiefe.

Die ersten systematischeren und zuverlässigeren Untersuchungen hat Wilkes auf seiner Weltumsegelung 1838—42 angestellt, wobei er gleichzeitig die Sonnenhöhe bei den einzelnen Beobachtungen,

[1]) Bemerkungen über die Durchsichtigkeit des Meerwassers. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Heft II. 1889.

welcher er einen besonderen Einflufs auf die Gröfse der Sichttiefe zusprach, notirte; abgesehen von einem vereinzelten Falle, in welchem der weifse Versenkungsgegenstand bis zu 59 m Tiefe gesehen wurde, war die gröfste beobachtete Sichttiefe 31 m bei Sonnenhöhen von 50—80°.

Ungefähr 30 Jahre später, im Jahre 1865, machten Secchi und Cialdi im Mittelmeer auf der päpstlichen Korvette l'Immacolata Concezione mehrere Beobachtungsreisen mit an Gröfse und Farbe verschiedenen Scheiben; während die kleineren Scheiben von 43 cm Durchmesser schon in geringeren Tiefen nicht mehr wahrgenommen werden konnten, blieben die gröfseren von 2.37 m Durchmesser bis zu 42.5 m sichtbar; ebenso wiesen die weifsen Scheiben eine gröfsere, beinahe die doppelte Sichttiefe auf, als die gelben und grünen; die scheinbare Farbe der weifsen Scheiben wechselte übrigens mit der Tiefe, sie wurde in einer gewissen Tiefe grünlich, dann bläulich-grün und schliefslich azurblau wie die See, um dann alsbald nicht mehr von der letzteren unterschieden werden zu können.

Trotz der schlechten Resultate, welche Secchi mit den kleinen Scheiben erhalten hatte, wurden von Luksch und Wolf im Jahre 1880 zu ähnlichen Versuchen im Mittelmeer noch kleinere Scheiben von 36 cm Durchmesser genommen, von welchen drei aus blankem Metallblech, Weifsblech, Messing und Kupfer bestanden, zwei weifs und grün bemalt waren. Die gröfste beobachtete Sichttiefe (der weifsen Scheibe) betrug 54 m bei 68—70° Sonnenhöhe auf der Schattenseite des Schiffes und bei 3.5 m Augeshöhe über der Meeresoberfläche. Die weifs gemalte und die Weifsblechscheibe blieben am längsten sichtbar, die grüne verschwand zuerst, dann die Kupferscheibe und die gelbe Messingscheibe.

An Bord Seiner Majestät Kadettenschulschiff Niobe wurde im Sommer 1887 unter Kommando des Kapitain zur See Aschenborn in der Ost- und Nordsee eine Reihe interessanter Beobachtungen mit weifsen Scheiben von 2 m Durchmesser ausgeführt. Als Maximalwerthe für die Sichttiefe in diesen Meeren erhielt man für die Ostsee 16 m in der Kieler Bucht, 15 m bei Rügen und für die Nordsee 22 m (Irische See). Auf Rheden und in Häfen, wo das Wasser wahrscheinlich durch den Schiffsverkehr aufgerührt und verunreinigt, war die Durchsichtigkeit desselben bedeutend geringer (das Minimum betrug ca. 4 m) als auf offener See.

Wie unvollkommen die bisher besprochene Beobachtungsmethode ist und wie unsicher und relativ die Resultate derselben sind, be-

weisen zur Genüge die grofsen Differenzen der erhaltenen Sichttiefen, auf welche, abgesehen von der subjektiven Sehschärfe des Beobachters, die Beschaffenheit der Scheiben, namentlich ihre Gröfse und Farbe, die Höhe des Beobachters über dem Meeresspiegel, der Zustand der Wasseroberfläche, ob glatt oder bewegt, die Beleuchtung, Bewölkung und Sonnenhöhe einen namhaften Einflufs ausüben, wie dies in der Natur der Sache liegt und auch gröfstentheils aus den Beobachtungen selbst abgeleitet werden konnte. Die Beobachtungen mit zu kleinen Scheiben konnten deshalb nicht mafsgebend sein, weil bei bestimmter Entfernung der Gesichtswinkel derselben so klein wurde, dafs dieselben dem Auge entschwinden mufsten. Bezüglich des Standpunktes des Beobachters konnte konstatirt werden, dafs je näher das Auge dem Meeresspiegel, desto gröfser die Sichttiefe.

Krümmel macht ferner zum Beweise der Unverläfslichkeit der besprochenen Methode darauf aufmerksam, wie wenig sich das menschliche Auge zu solchen photometrischen Messungen eignet, weil es „wie andere Sinnesorgane die Unterschiede zweier Reize nur dann empfindet, wenn das Verhältnifs dieser Reizintensitäten ein nahe konstantes Mafs ($^1/_{133}$) überschreitet“. Sowie der Unterschied zwischen der Helligkeit und Farbe der versenkten Scheibe und derjenigen des Wassers kleiner wird, als dieses Mafs, so wird die Scheibe von dem Wasser nicht mehr unterschieden.

Es mufste daher eine objektivere Methode der Untersuchung, die photographische, wie sie zuerst Forel angewandt hat, sehr willkommen sein. Derselbe versenkte im Genfer See Chlorsilber- oder Bromsilber-Gelatine-Papier, welche gegen das Sonnenlicht sehr empfindlich sind, und von demselben geschwärzt werden; er fand im Sommer eine Lichtwirkung bis zu 45 m, im Winter bis zu 100 m.

Die Versuche wurden in ähnlicher Weise, aber mit verbesserten Apparaten von Fol und Sarasin im Mittelmeere fortgesetzt und durch dieselben die Lichtgrenze weit mehr, bis zu 400 m Tiefe, hinausgeschoben.

Der deutsche Ingenieur von Petersen, welcher gegen die Fol- und Sarasinschen Beobachtungen den Einwand erhob, dafs dieselben zu nahe der Küste angestellt, wo das Wasser weniger durchsichtig sei, als in offener See, und dafs durch vorheriges Lothen das Wasser an der Beobachtungsstelle getrübt wäre, vermied bei seinen nun folgenden Untersuchungen beide Uebelstände und wies auf der Höhe von Capri noch in 500 und 550 m Tiefe eine deutliche Schwärzung der versenkten Platten nach.

Dem auch gegen die photographische Methode zur Bestimmung der Eindringungstiefe des Lichtes in das Wasser erhobenen Bedenken gegenüber, dafs bei derselben auf den Platten nur die chemisch wirksameren, d. h. die blauen und violetten resp. ultravioletten Lichtstrahlen zum Ausdruck kämen, während es nicht ausgeschlossen sei, dafs die Strahlen gröfserer Wellenlänge, d. h. die rothen, noch tiefer eindrängen, ist festgestellt worden, dafs das Seewasser in erster Linie die letzteren absorbirt, dagegen die blauen und violetten Strahlen besser durchläfst, diese demnach in gröfsere Tiefen einzudringen vermögen als die rothen, und die Lichtgrenze zu fixiren wohl geeignet sind. Wenn man bedenkt, dafs gerade von diesen eindringungsfähigsten blauen Strahlen ein grofser Theil und mehr als von den rothen, von dem Wasser reflektirt wird, wodurch demselben ja seine blaue resp. grüne Farbe gegeben wird, und dafs ferner die in dem Wasser schwebenden Mengen von Sinkstoffen und kleinen Organismen in hohem Grade absorbirend wirken und die Lichtintensität abschwächen müssen, so nimmt es nicht Wunder, dafs die Lichtgrenze sich so wenig von der Oberfläche entfernt.

Auch Salzgehalt und Temperatur des Wassers haben ihren Einflufs auf die Durchsichtigkeit desselben. Der Salzgehalt hat die Eigenschaft, dafs er die Abscheidung der in dem Wasser schwebenden Sinkstoffe begünstigt und beschleunigt, und zwar nimmt diese klärende Wirkung, mithin auch die Eindringungstiefe des Lichtes, mit dem Salzgehalte zu.

Durch eine hohe Temperatur des Wassers wird die Abscheidung der Trübe beschleunigt. Andererseits wird jedoch durch eine Erhöhung der Temperatur die Lichtabsorptionsfähigkeit des Wassers eine gröfsere, die Eindringungstiefe also wieder vermindert, und es ist nicht ohne weiteres zu entscheiden, welche von diesen sich gegenüberstehenden Wirkungen der Temperatur die Oberhand hat.

Als Beweis der Richtigkeit der gefundenen Lichtgrenze mag schliefslich noch angeführt werden, dafs dieselbe übereinstimmt mit der Grenze, bis zu welcher man in den Tiefen des Meeres ein Pflanzenleben angetroffen hat, dessen Existenz bekanntlich das Vorhandensein von Licht bedingt.



Klimatische Eigenthümlichkeiten Persiens.

Von A. J. Ceyp.

Für ganz Persien ist die Geringfügigkeit der fast ausschliefslich in die drei Wintermonate fallenden atmosphärischen Niederschläge, die im südwestlichen Theile höchstens 25 cm pro Jahr betragen, und die excessive Sommerhitze bei verhältnifsmäfsig kühlen, ja selbst kalten Wintern charakteristisch. Besonders im südlichen Persien, dem eigentlichen Gärmsîr, d. h. dem heifsen Lande, steigert sich die Sommertemperatur zu einem Grade, der dasselbe den heifsesten Gegenden des Erdballes ebenbürtig anreiht. Es war am 17. Juni 1886 in Kâzerûn, an der Grenze des Gärmsîr gelegen, 900 m über dem Meere die Temperatur:

um	8 Uhr	Vormittags . .	24,0° C.
„	9 „	„ . .	29,5° „
„	10 „	„ . .	32,7° „
„	12 „	„ . .	39,7° „
„	2 „	Nachmittags . .	40,2° „
„	4 „	„ . .	39,4° „
		Minimaltemperatur . .	17,8° „

Besonderer Erwähnung bedarf die Temperatur auf der Halbinsel von Bûshähr, die als Typus der Temperaturen am persischen Golfe dienen kann. Da hier über $1^1/_2$ Jahre sich erstreckende, genaue meteorologische Beobachtungen angestellt wurden, so können Durchschnittszahlen gegeben werden:

1886.	durchschnittliche Maximaltemperatur	durchschnittliche Minimaltemperatur
Januar	14,4° C.	8,3° C.
Februar . . .	17,1° „	10,4° „
März	23,9° „	14,3° „
April	27,3° „	19,2° „
Mai	34,3° „	24,6° „
Juni	34,3° „	27,2° „
Juli	34,4° „	28,9° „
August	34,3° „	29,8° „
September . .	35,2° „	26,2° „
Oktober . . .	31,9° „	24,4° „
November . .	23,5° „	17,0° „
Dezember . .	19,8° „	12,1° „

Man könnte nun aus diesen Daten schliefsen, dafs die Sommer-

temperatur direkt an der Küste weniger lästig sei als im Innern. Das würde indessen ein grofser Irrthum sein. An der Küste des persischen Golfes nämlich ist die Luft während der heifsen Jahreszeit bei vollkommen klarem Himmel und unverhüllter Sonne doch so mit Feuchtigkeit gesättigt, dafs des Nachts regelmäfsig ein sehr starker Thaufall eintritt, und dafs am Tage die leichteste Bewegung ein Ausbrechen des Schweifses über den ganzen Körper zur Folge hat. Bûshähr ist deshalb nicht ganz mit Unrecht unter den Europäern im hohen Grade verrufen. Nur wenige vermögen dort während der Sommermonate ruhigen Schlaf zu finden, und meistens wandern sie, von der unerträglichen Schwüle und einem oft den ganzen Körper überdeckenden, mückenstichartigen Ausschlag (prickly heat) geplagt, den gröfsten Theil der Nacht schlummerlos auf dem flachen Dache herum, um dann in der Mittagszeit, wo infolge der steigenden Temperatur die Schwüle weniger bemerklich ist, das Versäumte nachzuholen. Ganz anders im Innern des Landes. Schon in Tshâkutâh macht sich der geradezu furchtbaren Hitze zum Trotz das Abnehmen des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft angenehm bemerkbar, indem besonders die Nächte eine relativ sehr bedeutende Abkühlung zeigen; und sobald man die Hochthäler des Plateaus ersteigt, wächst die Trockenheit der Luft immer mehr, und die Nächte werden immer erquicklicher, bis zuletzt, wenn man die Plateauhöhe von 1700—1800 m erstiegen hat, die gewöhnlichen Sommertemperaturen nur selten die Blutwärme erreichen und somit denen sehr heifser deutscher Sommertage in Bezug auf die absolute Temperatur etwa gleichkommen. Dennoch ist der Eindruck, den sie auf den Körper machen, ein durchaus verschiedener. Bei der grofsen Trockenheit der Luft fehlt ihnen alles Drückende, und man transpirirt so unbedeutend, dafs man den Eindruck erhält, als wäre es viel kühler. Freilich, sobald man aus dem Schatten in die fast senkrechten Strahlen der mit unvergleichlichem Glanze leuchtenden Sonne hinaustritt, bemerkt man, in welch kolossalen Hitzegraden man sich bewegt; und der Europäer, welcher seinen Kopf nicht durch einen Hut mit Isolirschicht, am besten eine indische Sola-Topi (vom Mark der Aischy-nomene aspera), schützt, ist sicher, sich einen Sonnenstich oder doch mindestens ein heftiges Fieber zuzuziehen. Diese eigenthümlichen Temperaturverhältnisse haben denn auch dem ganzen Verkehr ihren Stempel aufgedrückt. Es fällt in den heifsen Gegenden keinem Perser ein, zur Sommerzeit anders als bei Nacht oder höchstens Morgens und Abends zu reisen, und besonders der Karawanenverkehr fällt fast ausschliefslich in diese Zeit. Wie Schatten sieht man dann

in den breiten Thälern die beladenen Thiere vorüberhuschen, deren Herannahen sich schon von weither durch das Geläute ihrer Glocken und Schellen ankündigt. Um während der Nacht im Freien zu lagern, ist es nothwendig, freie Stellen in der Nähe von fliefsendem Wasser zu wählen und da, wo noch kein Lager gestanden. Für jede einzelne Person ist eine Filzdecke (nämäd) von der Länge, dafs man auf dem Boden liegen kann, nöthig. Als Brennmaterial findet man häufig den Sacksaul und die Absynthwurzel, die ebenso auch den Thieren als Nahrung dienen. Was speziell die Gegenden um Teherân bis über Ispahân hinaus anbelangt, so ist auch hier zu bemerken, dafs während des Juni und Juli die Nächte eben so warm sind, wie in den Küstengegenden. Erst Mitte August beginnen leichte Windbrisen, die eine nächtliche Erfrischung bringen. Im September fängt es an Nachts ordentlich abzukühlen und im Oktober friert man oft schon in den allzu luftigen Sommerwohnungen. Vom Juni bis Oktober ist ein Regen eine ungewöhnliche Naturerscheinung. Die unerträglichsten Sommertage sind diejenigen, an denen das Firmament umflort ist und die Sonne nicht durchzudringen vermag. Gegen Ende Oktober oder Anfang November kommt meist eine kurze Regenzeit bei noch milder Temperatur, dann aber folgt ein wunderbarer Spätherbst; jedenfalls die Perle unter den Jahreszeiten Irâns. Der Winter tritt spät ein, ist jedoch recht strenge und dauert glücklicherweise selten mehr als acht, höchstens neun bis zehn Wochen. Der Beginn des Frühjahrs ist die Zeit der langen Regen und grofsen Stürme, darauf folgt ganz unvermittelt eine grofse Tageshitze mit starken Gewittern; im ganzen könnte ich nicht behaupten, dafs der Frühling zu den lieblichsten Zeiten Irâns gehörte, abgesehen etwa davon, dafs das rasche Wiedergrünen Herz und Auge erfreut. Im Winter hatte ich bis zu 16° C. und fast jeden Winter wochenlang jeden Abend und Morgen eine beträchtliche Kälte. Das Mauerwerk der Häuser ist dünn, Thüren und Fenster schliefsen schlecht, der Lehmboden der Zimmer durchkältet, und die Kamine sind danach, jeden von vorne zu braten und von rückwärts erfrieren zu lassen. Der Europäer kauft sich doch wenigstens Steinkohlen, von denen der Khärvâr = 294,4 kg. fünf bis sechs Kerân (1 Keran = 1 Franc) kostet. Im Durchschnitt hat der Eingeborene nicht die Mittel zu solchem Luxus und steckt tagelang unter einer Decke mit einer Art Kohlenpfanne (mângâl). Man sagt, dafs der schöne Himmel Irâns jeden, der ihn kennen lernte, immer wieder dorthin ziehe. Ich kann gerade nicht behaupten, dafs ich bisher Sehnsucht danach gefühlt hätte, aber dafs derselbe einen besseren Eindruck

macht als die grauen Nebel, welche während zweier Drittheile des Winters über Europa hängen, gebe ich gern zu. Der Europäer sieht in den Bazaren und Strafsen mit Ver- und Bewunderung, welche schwere Lasten die Hamâls (Lastträger) tragen, welch riesige Entfernungen sie im Dauerlaufe zurücklegen, in welch jammervoller Kleidung sie im Winter ihre Arbeit verrichten, wie sie selbst im Norden, wo der Schnee nicht selten meterhoch liegt, den ganzen Tag im Freien zubringen und in ihrer Behausung nur eine Hand voll Holzkohlen haben. Doch eine Achillesferse, wo ihn die Kälte überwindet, hat auch der Perser, das ist — die Hand. Der Europäer kann an der Hand eine ziemliche Portion Kälte vertragen, scheut aber nasse Füfse. Der Perser fühlt sich im Winter mit nackten, eiskalten Füfsen, auf den Teppichen hockend, behaglich, so lange er nur ein kleines mângâl vor sich hat, die Hände zu erwärmen, ja er friert in einem europäisch geheizten Zimmer, weil er da die Hände nicht so ausgiebig rösten kann, wie über einem Kohlenfeuer und weil die Körperwärme in seinem faltigen Gewande weniger zusammengehalten wird, wenn er auf dem Stuhle sitzt, als wenn er die Beine wie Taschenmesser zusammenklappt und sich oben drauf setzt. Die Konstruktion seines Anzuges erleichtert ihm die Warmhaltung der Hände auf der Strafse insofern, als er dieselben aus den weiten Aermeln zurückziehen und an der Brust wärmen kann. Man meint lauter Amputirten auf der Strafse zu begegnen, die Aermel hängen lose am Körper herab, die Glieder sind daraus verschwunden und kommen erst wieder zum Vorschein, sobald die magische Gewalt eines mângâls sie aus ihrem Verstecke lockt. Ueber die Kohlenpfanne wird ein hölzernes Gestell gerückt und das Ganze mit einem gelîm (wollene Fufsdecke) oder einem kâlîtshäh (Teppich) überdeckt. Beine und Hände werden auf diese Weise gegen die Kälte geschützt; das Arbeiten giebt man unter diesen Verhältnissen einstweilen auf, erzählt sich Geschichten oder vertreibt sich die Zeit mit Korân-Lesen. Trotz dem mângâl würde bei kalter Witterung der Körper, aufser im Bette, nie recht warm werden, wenn nicht das Bad den Ofen unserer Zimmereinrichtung in gewissem Grade ersetzte. Ist der Körper in dem heifsen Wasser ordentlich durchgebrüht, so ist er auf mehrere Stunden ziemlich unempfindlich gegen die Kälte, während ein laues Bad leicht Erkältung herbeiführt. In jedem gröfseren Haushalt befindet sich ein Bad, welches fast jeden Tag vorgerichtet wird. Aufser den privaten Bädern giebt es öffentliche oder gemischte. Unter gemischten Bädern versteht man solche, die zwar für den Privatgebrauch bestimmt, doch zu gewissen

Stunden für Geld auch dem Publikum zugänglich sind. Jene Europäer, welche sich bei der Akklimatisirung oder bei Reisen in den Tropengegenden, besonders in den Provinzen Gîlân und Mâzänderân Fieber holen, werden dasselbe schwer wieder los. In der gesamten Lebensweise mufs man sich, wie überall im fremden Lande, auch in Persien dem Herkömmlichen fügen und würde man vom hartnäckigen Verfolgen mitgebrachter Gewohnheiten nur Nachtheil haben. Man schaue und frage daher, wie die Andern leben, die schon lange in einem solchen Lande weilen, und mache es ihnen nach; es ist dies gewifs die vernünftigste Diätvorschrift. Die Provinzen Gîlân und Mâzänderân soll jeder Europäer meiden oder möglichst rasch zu passiren trachten, dort leiden selbst die Eingeborenen an fortwährendem Fieber, und man sieht nur schwächliche, fahle und hohläugige Gestalten. Das Fieber vergiftet den Organismus in wenigen Tagen und man sieht Individuen, welche, zwar ohne schnell abzumagern, ganz blutleer, schwankend, im höchsten Grade kachektisch sind. Diese Wahrnehmung hatte ich an mir selbst gemacht. Während meines dreijährigen Aufenthalts im Innern dieses Landes war ich stets gesund, nur eine zwei Monate währende Reise in diesen Provinzen brachte mich körperlich vollständig herunter.



Die Lebensdauer des Genfer Sees. Die Berechnungen, welche F. A. Forel*) auf Grund neuer Messungsresultate der Strömungsgeschwindigkeit und Beschaffenheit des Wassers der Rhone bei ihrem Eintritt angestellt hat, gestatten eine interessante Schätzung der Länge von geologischen Perioden. Zunächst ist die Frage, in wie langer Zeit die einströmende Rhone das leere Becken des Genfer Sees, von etwa 90 ckm Inhalt, bei einer Oberfläche von 578 qukm, ausfüllen würde, sehr verschieden beantwortet worden; einige frühere Rechnungen ergaben Zeiträume, die in Jahrhunderte reichten. Genaue Pegelbeobachtungen zu Genf im Jahre 1874 ergaben, dafs man als mittlere Zuflufsmenge der Rhone 200 Kubikmeter pro Sekunde anzunehmen hat, aus welcher Zahl sich leicht berechnen läfst, dafs in 14 bis 16 Jahren das leere Becken allein durch die zuströmende Rhone angefüllt werden könnte. Indessen ist mit dieser Zahl über die Dauer des Aufenthaltes des Rhonewassers im Genfer See noch nichts ausgesagt, da es sehr wohl denkbar ist,

*) Arch. sc. phys. XXI. 1889 S. 128.

dafs ein Theil des Flufswassers ziemlich rasch wieder austritt, während der andere in den Tiefen des Sees ungemessne Zeiträume verweilen könnte. Dieses zufliefsende Wasser ist jedoch nicht völlig rein, sondern führt je nach der Jahreszeit, gröfsere oder geringere Mengen von aufgelösten Stoffen und feinem Detritus mit, welcher sich unter der Oberfläche des Sees an der Rhonemündung deltaförmig ablagert. Die Untersuchung zahlreicher Proben des Rhonewassers im Jahre 1886 ergab das Resultat, dafs während der ersten Hälfte des Jahres in einem Liter Wasser 0,24 gr gelöste Stoffe enthalten sind, welche Menge für die zweite Hälfte auf etwa 0,19 gr herabsinkt. Diese Mineralsalze müssen sich auf irgend eine Weise im See niederschlagen, da sein durchschnittlicher Salzgehalt nur 0,17 gr pro Liter beträgt. Die Menge des im Wasser suspendirten mineralischen Schlammes ist jedoch zeitweise bedeutend gröfser, sie schwankte von 0,04 gr im März bis 2,25 gr im Juli, nach der Schneeschmelze. In dieser Zeit ist das Rhonewasser graugelb und völlig undurchsichtig, während es im Winter sehr klar, mit einem leichten grünlichen Schimmer, ist. Als mittlerer Werth ergab sich für 1886, dafs in der Sekunde 168 kg Ablagerungen bildender Stoffe in den Genfer See eingeführt wurden. Dies ergiebt pro Jahr 5297000000 kg! Da nun das spezifische Gewicht des rezenten Thones vom Seeboden 2,6 ist, stellt diese Zahl 2038000 Cubikmeter vor. Da das Verhalten im Jahre 1886 in jeder Beziehung etwa dem normalen Zustande, auch der Witterungsverhältnisse, entsprach, kann diese Zahl als eine dem Mittelwerthe nahe kommende angesehen werden. Berücksichtigen wir noch, dafs die Menge des gröberen Detritus hierbei nicht mitgerechnet wurde, ebenso wenig auch aufserordentliche Ereignisse, wie Bergstürze, Erdrutsch in den See u. s. w., so kann die angegebene Zahl nur als ein Minimalwerth angesehen werden. Sie lehrt uns durch Division in den Kubikinhalt des Beckens, dafs dasselbe in der Zeit von weniger als 45000 Jahren ausgefüllt und in eine Ebene verwandelt sein wird. Wir haben hierbei angenommen, dafs die Grundfläche etwa 200 qukm beträgt, und die jährlich zugeführte Ablagerung eine Schicht von etwa 1 cm Dicke bildet. Sonach nimmt die Tiefe des Sees etwa 1 m in einem Jahrhundert ab, nach dem oben angegebenen langen Zeitraume würde der See, dessen gröfste Tiefe jetzt noch mehr als 300 m beträgt, in eine Ebene verwandelt sein, welche die Rhone durchfliefst. Weitere Betrachtungen dieser Art würden zu dem Schlusse führen, dafs seit der Eiszeit nur weniger als 100000 Jahre verflossen zu sein brauchen, wenn man Messungen von Alluvionsgeschwindigkeiten zu Grunde legen darf.

Dr. Wagner.

Zur Frage der Temperaturverhältnisse des Erdinnern. Herr F. Henrich giebt im III. Hefte der Zeitschrift „Humboldt" (März, 1889) eine Diskussion der Temperaturbeobachtungen in den drei tiefsten Bohrlöchern der Erde, nämlich: 1) Sperenberg in der Mark, 2) Schladebach bei Halle, 3) Göschenen Airolo (Gotthardtunnel).

Bekanntlich haben die Dunkerschen Beobachtungen in dem 1269 m tiefen Bohrloche zu Sperenberg zu überraschenden Folgerungen bezüglich der Wärmeverhältnisse im Erdinnern geführt; man hat aus denselben ebensowohl auf eine „Centralwärme" als auf eine „Centralkälte" geschlossen, und diese Unsicherheit bei der Auswerthung eines mit denkbar gröfster Sorgfalt gewonnenen Beobachtungsmaterials stand im geraden Gegensatz zu den Erwartungen, die man hieran geknüpft hatte, und zu den Ergebnissen, die bislang anderweitig durch Wärmemessungen in der Tiefe erzielt worden waren. In der vorliegenden Abhandlung zeigt nun Herr Henrich, dafs diese Widersprüche gehoben werden können, wenn man bei der Auswerthung der Beobachtungen die mittlere Jahrestemperatur des Beobachtungsortes aufser Betracht läfst; denn dieses Element, auf welches bei früheren Berechnungen immer Bezug genommen wurde, ist einmal nur schätzungsweise bekannt, dann aber auch wird bei einem mit Wasser gefüllten Bohrloche die mittlere Jahrestemperatur wegen der Fortführungsströmungen gar nicht in gesetzmäfsiger Form anzutreffen sein. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes lassen sich auch für Sperenberg empirische Formeln aufstellen, die eine stetige Zunahme der Wärme mit der Tiefe ergeben.

Die unter diesem Gesichtspunkte bearbeiteten neueren Temperaturbeobachtungen aus dem Bohrloche bei Schladebach (1716 m tief) bestätigen ebenfalls den Irrthum, welcher durch die Einführung der mittleren jährlichen Oberflächentemperatur begangen wird, und führen zu Ergebnissen, welche sich mit denjenigen von Sperenberg in genügender Weise decken. Schliefslich sucht Herr Henrich noch zu zeigen, dafs die Wärmeverhältnisse im St. Gotthardmassiv nach den Beobachtungen von Stapff mit den anderweitigen Ermittelungen nicht im Widerspruche stehen, wenn auch aus zahlreichen Gründen eine vollständige Deckung hier nicht erreichbar ist. Er kommt zu dem Schlufs, dafs die Temperatur des Erdinnern überall mit der Tiefe eine stetige Steigerung erfährt, dafs aber die geothermische Tiefenstufe mit den verschiedenen Lokalitäten wechselt, ein Resultat, welches nicht befremden wird, wenn man bedenkt, dafs Modifikationen in der Wärmefortpflanzung durch ein verändertes Leitungsvermögen des Oberflächengesteins, je nach

dessen Beschaffenheit, sowie durch chemische Vorgänge im Innern und selbst durch die wechselnden Niveauverhältnisse der Oberfläche eintreten müssen.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Juli-August.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

		Aufgang	Untergang
19. Juli	Letztes Viertel	$11^h\ 32^m$ Ab.	$0^h\ \ 2^m$ Nm.
24. „	Erdferne	1 4 Mg.	5 36 „
28. „	Neumond	4 19 „	8 32 Ab.
4. Aug.	Erstes Viertel	0 49 Nm.	10 58 „
9. „	Erdnähe	6 56 Ab.	1 46 Mg.
11. „	Vollmond	8 12 „	4 21 „

Maxima der Libration: 17. Juli, 2. Aug., 14. Aug.

Partielle Mondfinsternifs am 12. Juli (sichtbar in Europa, Afrika, Südasien und Australien). Beginn $8^h\ 37^m$, Mitte $9^h\ 47^m$, Ende $10^h\ 58^m$ Abends. Gröfse 5.8 Zoll (1 Zoll = $^1/_{12}$ des Monddurchmessers).

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
16. Juli	$6^h 17^m$	+21° 39'	$2^h\ 30^m$ Mg.	$6^h\ 46^m$ Nm.	$4^h\ 49^m$	+18° 32'	$1^h\ \ 4^m$ Mg.	$4^h 38^m$ Nm.
20. „	6 42	+22 17	2 33 „	6 59 „	4 46	+19 13	1 1 „	4 43 „
24. „	7 12	+22 29	2 43 „	7 13 Ab.	5 3	+19 50	0 57 „	4 49 „
28. „	7 45	+22 4	3 1 „	7 27 „	5 21	+20 21	0 56 „	4 54 „
1. Aug.	8 19	+20 58	3 27 „	7 41 „	5 39	+20 46	0 55 „	4 59 „
5. „	8 54	+19 11	3 57 „	7 49 „	5 57	+21 4	0 55 „	5 5 „
9. „	9 27	+16 53	4 38 „	7 52 „	6 16	+21 15	0 57 „	5 9 „
13. „	9 58	+14 13	5 9 „	7 51 „	6 35	+21 18	0 59 „	5 13 „
17. „	10 27	+11 20	5 39 „	7 47 „	6 54	+21 12	1 3 „	5 15 „
	28. Juli Sonnennähe.				16. Juli Nm. Venus nahe Aldebaran.			

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Juli	$6^h\ 58^m$	+23°40'	$3^h\ 12^m$ Mg.	$8^h\ \ 2^m$ Ab.	$18^h\ \ 5^m$	−23° 19'	$6^h 55^m$ Ab.	$2^h\ 35^m$ Mg.
18. „	7 15	+23 15	3 8 „	7 52 „	18 2	−23 20	6 29 „	2 9 „
24. „	7 32	+22 44	3 6 „	7 42 „	18 0	−23 21	6 2 „	1 42 „
30. „	7 49	+22 6	3 4 „	7 30 „	17 58	−23 22	5 36 Nm.	1 16 „
5. Aug.	8 5	+21 23	3 2 „	7 18 „	17 56	−23 23	5 11 „	0 51 „
11. „	8 21	+20 34	2 59 „	7 5 „	17 54	−23 24	4 46 „	0 26 „
17. „	8 37	+19 40	2 59 „	6 51 „	17 54	−23 24	4 23 „	11 57 Ab.

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Juli	9h 29m	+16° 4'	6h 35m Mg.	9h 39m Ab.	13h 7m	— 6° 30'	0h 15m Nm.	11h 14m Ab.
20. „	9 33	+15 46	6 9 „	9 9 „	13 8	— 6 33	11 45 Vm.	10 43 „
28. „	9 37	+15 27	5 43 „	8 41 „	13 9	— 6 38	11 14 „	10 12 „
5. Aug.	9 41	+15 8	5 17 „	8 11 „	13 9	— 6 44	10 45 „	9 41 „
13. „	9 45	+14 48	4 51 „	7 41 „	13 11	— 6 51	10 14 „	9 10 „

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
15. Juli	4h 8m	+ 19° 20'	0h 45m Mg.	4h 31m Nm.
30. „	4 10	+ 19 24	11 43 Ab.	3 35 „
14. Aug.	4 11	+ 19 25	10 45 „	2 37 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

20. Juli	II. Trab.	Verfinst.	Austritt	7h	47m	Ab.
23. „	I. „	„	„	0	6	Mg.
24. „	I. „	„	„	6	35	Ab.
27. „	II. „	„	„	10	23	„
31. „	I. „	„	„	8	29	„
7. Aug.	I. „	„	„	10	24	„

4. Sternbedeckungen durch den Mond.
(für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt	
13. August:	* 30 Piscium	4.8m	8h 37m Ab.	9h 8m Ab.	(Nur der Austritt
13. „	* 33 Piscium	5.0	10 13 „	11 2 „	sichtbar).
14. „	* 20 Ceti	5.1	8 49 „	9 26 „	(Austritt 8 Min. nach Mondaufgang).

5. Jupiterbedeckung durch den Mond am 7. August.

Diese Bedeckung wird bei sehr günstiger Stellung des Mondes gesehen werden können, da letzterer während der Bedeckung culminirt.

Eintritt des Jupiter am Mondrande 8h 12.5m Ab.
Austritt „ „ „ „ 9 15.7 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1889 Rectas.	Declin.
R Andromedae	25. Juli	5.6m	12—13m	0h 18m 10'	+ 37° 57'
Mira Ceti	6. Aug.	2—5	8—9	2 13 44	— 3 28
R Ceti	3. „	8	13	2 20 21	— 0 40
R Canis min.	28. Juli	7	10	7 2 36	+ 10 12
S „ „	8. Aug.	7	11	7 26 42	+ 8 33
R Ursae maj.	3. „	6	12	10 36 46	+ 69 21
V Coronae	11. „	7.8	10	15 45 35	+ 39 54
R Lyrae	21. Juli	4.3	4.6	18 51 57	+ 43 48



Die Lick-Sternwarte auf Mt. Hamilton zur Winterszeit.

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 17., 22., 27. Juli, 1., 6., 11. August Vm.
δ Librae . . 18. Juli Mg., 22. Ab., 27. Vm., 1. Aug. Mg., 5. Nm., 10., 15. Mg.
U Coronae . . 16. Juli Nm., 23., 30. Nm., 6. Aug. M., 13. Vm.
U Ophiuchi . (Jedes 4. Min.): 18. Juli Ab., 22. Mg., 25. Nm., 28. Ab., 1. Aug. Mg., 4. Nm., 8. Mg., 11. Vm., 14. Nm.
Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 18. Juli Mg., 22. Nm., 27. Mg., 31. Nm.. 5. Aug. Mg., 9. Nm., 14. Mg.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 8. Juli, 4. Aug.
β Lyrae . . 21. Juli, 3., 16. Aug.
η Aquilae . . 17., 24., 31. Juli, 7., 15. Aug.
δ Cephei . . 17., 22., 28. Juli, 2., 8., 13. Aug.

7. Meteoriten.

Der periodische Meteoritenschwarm der δ-Aquariden*) nimmt nach dem 23. Juli seinen Anfang und erreicht am 28. Juli sein Maximum. Er ist bald nach Mitternacht beobachtbar und wird wegen der Abwesenheit des Mondes gut wahrgenommen werden können. Um Ende Juli und Anfang August schwärmen einige Meteorströme aus Radianten bei μ und ε Persei, welche Aufmerksamkeit verdienen; ihnen folgt später, mit zunehmender Stärke, der Hauptperseidenschwarm, der am 10. August sein Maximum erreicht. Sein Ausgangspunkt liegt bei $AR = 46°$, $D = + 56°$. Leider wird die Sichtbarkeit dieses Meteoritenstromes durch den Vollmond sehr beeinträchtigt werden.

8. Nachrichten über Kometen.

Von dem Barnardschen Septemberkometen, dessen Sichtbarkeits-Verhältnisse sich wieder günstiger gestalten (s. Maiheft) und der gegenwärtig schon vor Mitternacht beobachtbar wird, liegen bereits Beobachtungen aus der zweiten Hälfte des Monats Mai vor. —

Der Octoberkomet wird Anfang Februar von der Helligkeit eines Sternes 13. Gröfse angegeben, war indessen im März noch gut verfolgbar, eine Washingtoner Beobachtung vom 1. Mai nennt ihn sehr schwach.

Der Barnardsche Märzkomet, dessen Erscheinung erst nach seiner sich gegenwärtig vollziehenden Sonnennähe (s. Juniheft) eine glänzendere zu werden verspricht, scheint kaum später als bis Anfang Mai beobachtbar gewesen zu sein. Die meisten Beobachter nennen ihn um diese Zeit sehr schwach.



Die Abbildung der Lick-Sternwarte zur Winterszeit ist uns vor einigen Wochen durch Herrn Prof. Holden übersandt worden und glauben wir den Lesern in dem stimmungsvollen Landschaftsbilde einen nicht unerwünschten Nachtrag zu dem in den vorigen Heften unserer Zeitschrift veröffentlichten Aufsatz über dieses einzigartige Institut zu bieten.

Die Red.

*) Radiationspunkt bei $AR = 339°$, $D = - 11°$.





v. Niessl, Ueber das Meteor vom 22. April 1888. (Aus den Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien.)

Unsere Kenntnifs von gut bestimmten Meteorbahnen wird durch die vorliegende Abhandlung um einen interessanten Fall bereichert. Durch mehrere Umstände war die Beobachtung des am 22. April vorigen Jahres über Böhmen und Schlesien erschienenen Meteors begünstigt worden. An einem der ersten schönen Frühlingssonntage erglänzte es mit wundervollem Lichte an einem wolkenlosen Himmel, nachdem soeben die gröfseren Sterne sichtbar geworden waren, und lenkte in seinem majestätisch langsamen, etwa vier Sekunden währenden Laufe die Blicke sehr vieler Spaziergänger auf sich. Durch die vereinten Bemühungen des Herrn Prof. v. Niessl und der Breslauer Sternwarte gelang es unter der Mitwirkung der Tageszeitungen Schlesiens und Oesterreichs, Berichte aus 65 über ein weites Gebiet zerstreuten Orten zu sammeln, ein bis dahin wohl noch nie vorgekommener Glückszufall. Von Klagenfurt bis Poln. Lissa, und von Franzensbad bis über Teschen hinaus ist die Erscheinung vielfach von geeigneten Persönlichkeiten mit recht gutem Erfolge beobachtet worden. Die Rechnung hat ergeben, dafs die Feuerkugel etwa über der Gegend von Eisenstein schon in einer Höhe von 188 km durch den Widerstand der Luft zum Erglühen gebracht worden ist, von wo sie dann mit der beträchtlichen geocentrischen Geschwindigkeit von 4.4 geogr. Meilen die Atmosphäre in nordöstlicher Richtung durchflog, bis sie in der Gegend von Königgrätz bei einer Höhe von 38 km über der Erdoberfläche vollständig gehemmt wurde und zerplatzend zur Erde herabfiel, ohne dafs jedoch Bruchstücke derselben bis jetzt aufgefunden worden wären. Da nun das Meteor sich mit der Erde im Raume in fast gleicher Bewegungsrichtung befand und diese auf der im Laufe nachfolgenden Seite eingeholt hat, so mufs die kosmische Geschwindigkeit vor seinem Eintritt in unsere Atmosphäre mindestens 8 Meilen in der Sekunde betragen haben, was nur bei hyperbolischen Bahnen in solcher Entfernung von der Sonne vorkommen kann. Auch dieses Meteor liefert sonach in Bezug auf die Form seiner kosmischen Bahn das gleiche Ergebnifs, wie die bei weitem meisten aller früheren Meteorbahnbestimmungen und vermehrt dadurch wieder die Argumente, welche der Annahme eines Zusammenhanges zwischen Meteoriten und Kometen oder der Identität von Meteoren und Sternschnuppen entgegentreten. Das Meteor mufs in irgend einem Fixsternsysteme seinen Ursprung gehabt haben, wie dies sich auch schon durch die blofse Lage der von Niessl gefundenen Bahn mit Bestimmtheit ergiebt. Will man durchaus den Meteoriten einen kometarischen Ursprung zuschreiben, so bleibt nach v. Niessl höchstens die Annahme übrig, dafs sie von Kometen anderer siderischer Systeme herrühren, die durch Störungen schwach hyperbolische Bahnen erhielten und darum ihr heimatliches System verlassen konnten. — Der Punkt am Himmel, von welchem das April-Meteor scheinbar herkam, der sog. Radiationspunkt, liegt ungefähr in

der Mitte zwischen α Orionis und Procyon. Zu seiner Bestimmung konnten vielfach auch Angaben verwerthet werden, welche lediglich die scheinbare Neigung der gesehenen Meteorbahn gegen den Horizont mit einiger Zuverlässigkeit lieferten und mit Recht lenkt Herr Prof. v. Niessl die Aufmerksamkeit auf die Verwerthung dieser einfachen und auch von dem Ungeübtesten ohne allzu grofse Unsicherheit ausführbaren Bestimmung. Selbst unter den ungünstigsten Bedingungen und bei einem gänzlichen Mangel an Orientirung in Bezug auf die Himmelsrichtungen läfst sich eine Schätzung der Neigung der scheinbaren Bahn ausführen und es kann unter Umständen eine solche Beobachtung neben anderen, welche Höhe und Azimuth von Anfangs- und Endpunkt, sowie die Dauer der ganzen Erscheinung bestimmen lassen, ein sehr willkommener Beitrag zur Ermittelung des Radianten werden.

F. Kbr.



P. Tacchini. Eclissi totali disole del decembre 1870, del maggio 1882 e 1883, e dell' agosto 1886 e 1887. Relazioni e note. Roma 1888. 236 pag., 22 Tafeln 8⁰.

Der bekannte römische Astronom hat in vorliegendem Buche, dessen Ertrag für den Fonds zur Errichtung eines Denkmals für Pater Secchi bestimmt ist, nicht nur eine Schilderung seiner bei den genannten totalen Sonnenfinsternissen in mehreren Welttheilen angestellten astronomischen Beobachtungen gesammelt der Oeffentlichkeit übergeben, sondern auch sein dabei geführtes Reisetagebuch veröffentlicht, welches, trotzdem besondere Abenteuer nicht darin erzählt werden, doch als Beschreibung des Lebens und Treibens bei wissenschaftlichen Expeditionen in seiner schlichten Darstellungsweise durchaus nicht uninteressant ist. Unter vielfachen Bemerkungen über Land und Leute finden sich auch meteorologische Beobachtungen. Hervorzuheben sind 3 Tafeln mit seltsamen Wolkenformen, welche auf der Insel Carolina gezeichnet wurden — ihre phantastischen, ganz unmöglich erscheinenden Gestalten würden der Erfindungsgabe eines Böcklin Ehre machen! Beigegeben ist aufserdem eine petrographische Studie von O. Silvestri über alte und recente Laven des Vulkans Kilanea auf Hawaii, von welchem Tacchini bei einem Besuch des Kraters zahlreiche Gesteinproben zur Untersuchung mitbrachte. Die farbigen Tafeln mit Darstellungen der bei Finsternissen beobachteten Corona und Protuberanzen sind sorgfältig ausgeführt.

E. W.



H. Wild. Normaler Gang und Störungen der erdmagnetischen Deklination. Mél. phys. et chim. XIII. 1. Petersburg 1889.

Die neue in dieser Abhandlung von Wild angegebene Methode zur Berechnung des normalen Ganges der erdmagnetischen Elemente hat sich zur Aufklärung des bisher so wenig plausiblen täglichen Ganges bereits sehr geeignet erwiesen, da es durch dieselbe möglich gemacht worden ist, die Ursache der sogenannten magnetischen Störungen genauer als bisher festzustellen. Unter Störungen der Deklination, auf welche sich die neueste Publikation des Observatoriums zu Pawlowsk zunächst beschränkt, versteht man allgemein die bald langsam, bald plötzlich eintretenden oft erheblichen Abweichungen, welche die Magnetnadel von ihrem täglich von West nach Ost und zurück

nach West langsam erfolgenden Gange zeigt. Gegenüber den älteren Methoden der Berechnung des normalen täglichen Ganges machte Wild 1884 den Vorschlag, nur die ganz ruhigen Tage als Repräsentanten des normalen Ganges in Rechnung zu ziehen. Hiernach sind die Störungen alsdann alle Abweichungen der einzelnen Deklinationen im Monat vor diesem normalen Gange, wodurch auch der Begriff der „Störung" definirt ist. Während der 14 Jahre 1870—1885 zeigten sich im Mittel pro Jahr 72 Tage als absolut störungsfrei und zur Herleitung der täglichen Periode geeignet. Die Anzahl der normalen Tage pro Jahr nimmt mit erhöhter Sonnenthätigkeit ab, zeigt also einen Zusammenhang mit der Periode der Sonnenflecke. Es zeigte sich der normale Gang in allen Jahren, fleckenreichen sowohl wie fleckenarmen, als eine einfach periodische Curve mit einem Maximum westlicher Deklination zwischen 1 u. 2^h Nachmittags, einem Minimum zwischen 8—9^h Vormittags, und geringer Aenderung von 9^h Abends bis 3^h Morgens, was zu beweisen scheint, dafs die Berechnung des normalen ungestörten Ganges richtig ist. Die Gröfse der Ausschlagsweite schwankt von 6 Bogenminuten im fleckenarmen Jahre 1878 bis 11,6 im fleckenreichen Jahre 1870, worin der direkte Zusammenhang mit solarer Thätigkeit klar hervortritt.

Ganz anders zeigt sich der gestörte Gang, wenn alle Tage in Rechnung gestellt werden. Es erscheint ein zweites Minimum kurz vor Mitternacht, ein zweites Maximum am Morgen, während die Zunahme der Amplitude bei gestörtem Gange in derselben Weise erfolgt wie bei ungestörtem. Es sind demnach die Störungen Formänderungen der täglichen Periode, welche durch eine Kraft hervorgerufen werden, die das Nordende der Nadel nach Ost ablenkt, und das Maximum ihrer Wirkung vor Mitternacht, das Minimum Morgens hat. Dieser Gang einer störenden Kraft entspricht aber vollkommen dem Gange des in Pawlowsk 1882/3 beobachteteten Erdstromes, welcher zwischen den versenkten Nord-Süd-Platten von Süd nach Nord gerichtet war, und ein Maximum seiner Stärke gegen 10^h Nachmittags, ein Minimum zwischen 4—5^h Morgens erreichte.

Durch die Interferenz der Periode des normalen Ganges und der durch den Erdstrom bewirkten Periode der Störungen, deren Amplituden in langer Periode variiren, entsteht demnach der scheinbar so komplizirte tägliche Gang der Deklination, wie er aus dem Mittel aller Tage zunächst hervorgeht. Im Sommer kompensiren sich positive und negative Störungen nahezu, während im Winter die negativen überwiegen, ebenso heben sich im Jahresmittel beide Störungen zur Zeit der Minima der Sonnenflecken nahezu auf; während des Maximums der Sonnenflecken überwiegen jedoch die negativen Störungen. Aus der Verschiedenheit der beiden Perioden ist aber zu schliefsen, dafs die Ursache des normalen täglichen Ganges eine andere sein mufs, als die der Störungen — denn da sowohl unregelmäfsige als regelmäfsige Störungen durch die Erdströme entstehen, kann die normale Variation der Deklination nicht durch den Erdstrom erzeugt werden. Dennoch aber weisen beide Perioden auf die solare Thätigkeit als letzte Ursache zurück, in welcher Weise jedoch sowohl normale Variation wie Schwankung in der Intensität des Erdstromes gesondert entstehen, mufs weiterer Forschung überlassen bleiben.

Dr. Ernst Wagner.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die Sternwarte zu Pulkowa bei Petersburg,
begründet vor 50 Jahren am 19. August 1839.



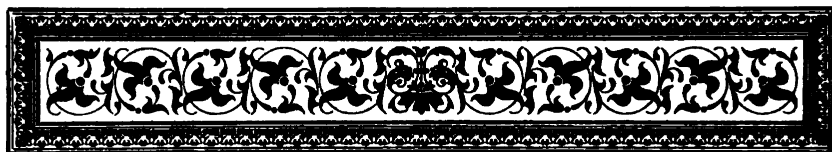
Das fünfzigjährige Jubiläum der Sternwarte zu Pulkowa.

Am 19. August 1889 wird ein halbes Jahrhundert verflossen sein seit der Begründung der hochberühmten Sternwarte zu Pulkowa bei Petersburg. In diesem halben Jahrhundert hat die von Kaiser Nikolaus glänzend dotirte und von Wilhelm Struve trefflich eingerichtete Sternwarte, von deren stattlicher baulicher Gestaltung unser Titelbild eine Vorstellung giebt, sich um die Erforschung der Himmelserscheinungen nicht genug zu rühmende Verdienste erworben, in manchen hochwichtigen Zweigen der astronomischen Arbeit sogar die allgemein anerkannte Führerschaft übernommen.

Die astronomische Welt wird daher überall an der Feier dieses Jubeltages den dankbarsten und freudigsten Antheil nehmen und Rufsland zu dem echt wissenschaftlichen Geiste, in welchem dieses grofse Institut geleitet worden ist und noch geleitet wird, aufs wärmste beglückwünschen.

Unsere Zeitschrift schliefst sich diesen Glückwünschen freudigst an und behält sich vor, an der Hand der Dokumente, welche sicherlich aus Anlafs der Jubelfeier über die Thätigkeit der Sternwarte an die Oeffentlichkeit gelangen werden, unserm Leserkreise einen Einblick in jenes grofsartige Wirken zu eröffnen.





Ueber die Bedeutung der photographischen Methoden in der Astronomie.

Von Dr. J. Scheiner.
Astronom am astrophysikalischen Observatorium bei Potsdam.

Dem menschlischen Geiste ist in der Kulturentwickelung der neueren Zeit vieles gelungen; die rohen und gewaltigen Naturkräfte hat er bezwungen und sie dienstbar gemacht zu seinen Zwecken, und bis in das innerste Weben der molekularen Welt ist er eingedrungen, um die dort erforschten Geheimnisse zu weiterem Forschen anzuwenden.

Die minimalen Stöfse der Atome läfst er sich im Wasserdampf einerseits integriren zu den gewaltigen Kräften, welche die Dampfmaschine in geordneter Weise zur Verwendung bringt, und andererseits läfst er sie in dem durch seinen Willen gezwungenen Lichtstrahl molekulare Veränderungen ausführen, die nachher dem Auge sichtbar gemacht, ein Abbild des lichtaussendenden Körpers geben. Dem Lichtstrahl selbst hat er den Griffel in die Hand gedrückt, um ihn automatisch und objektiv das aufzeichnen zu lassen, was er sonst nur durch den physiologischen Vorgang des Sehens zur Wahrnehmung bringen kann.

Wie fast jede neue Entdeckung oder Erfindung aus kleinem Anfang sich weiter entwickelnd, ist die Photographie von einer weit über ihre selbstständige Bedeutung hinausgehenden Tragweite geworden. Sie ist nicht so sehr als Kunst oder als Zweig der Technik von Wichtigkeit, denn vielmehr als Hülfsmittel für andere umfangreichere Zweige der Wissenschaft und Technik, und als solches ist sie heutzutage in weit ausgedehnten Gebieten zu einem unentbehrlichen Werkzeuge geworden.

Die Anwendung der Photographie in der Astronomie ist so alt, wie die Kunst des Lichtzeichnens überhaupt. Schon Daguerre hat mit den ersten Versuchen begonnen, die Gestirne des Himmels auf der empfindlichen Platte festzuhalten; natürlich sind seine Resultate noch

sehr unvollkommen, entsprechend dem damaligen Zustande seiner geistvollen Erfindung. Von Daguerre an sind von Zeit zu Zeit immer neue Versuche in dieser Richtung angestellt worden, und man hat bereits vor längeren Jahren in Bezug auf die photographische Darstellung der Sonnen- und Mondoberfläche Resultate erhalten, die den neuesten Errungenschaften sehr nahe kommen, zum Theil noch heute unübertroffen dastehen. Es ist der Beginn dieser Zeit markirt durch die Entdeckung des nassen Collodiumverfahrens von Le Gray im Jahre 1850, ein Verfahren, durch welches die Empfindlichkeit der photographischen Schicht bis zu dem 30fachen der von Daguerre erreichten, gesteigert werden konnte. In Bezug auf die Anwendung der Photographie in der Astronomie ist diese Zeit durch die Aufnahme der hellsten Gestirne und ferner durch Darstellungen des ultravioletten Theiles des Sonnenspektrums ausgezeichnet.

Eine neue und die wichtigste Epoche beginnt im Jahre 1871 durch die Erfindung des Engländers Maddox, dem es gelang, photographische Platten von aufserordentlich hoher Empfindlichkeit herzustellen, die gleichzeitig die höchst wichtige Eigenschaft besitzen, beliebig lange exponirt werden zu können; es sind dies die sogenannten Bromsilber-Gelatine-Trockenplatten, mit denen es unter Benutzung lichtstarker Fernröhre gelingt, weiter in die Tiefen des Weltalls einzudringen, als dies bisher dem Auge vergönnt gewesen ist.

Wenn wir nun beabsichtigen, dem Leser ein Bild des heutigen Standpunktes der coelestischen Photographie vorzuführen, so müssen wir uns zunächst in die Dunkelkammer begeben, um nach kurzem Verweilen dort, mit ausreichendem Verständnisse uns dem Fernrohre nahen zu können.

Sehen wir von der Aufnahme des hellsten Gestirnes, der Sonne, und im gewissen Sinne auch noch von der des Mondes ab, so ist das Haupterfordernifs, welches bei der Anwendung der Photographie in der Astronomie zu erfüllen ist, die höchste Empfindlichkeit der photographischen Schicht, in zweiter Linie kommt dann die möglichste Feinheit der photographischen Zeichnung. Leider lassen sich beide Bedingungen nicht gleichzeitig erfüllen, im allgemeinen ist das Silberkorn, von dessen mehr oder weniger grofsen Feinheit die Schärfe der Zeichnung abhängt, um so gröber, je empfindlicher die Platte ist und umgekehrt, und das ist ein sehr grofser Nachtheil der jetzt allgemein in Gebrauch befindlichen Trockenplatten; denn bei einigermafsen kräftiger Vergröfserung löfst sich eine moderne photographische Aufnahme in ein unverständliches Gewirr von kleinen schwarzen Körperchen

auf, ähnlich einem Sternhaufen am Himmel, in welchem jegliche feinere Darstellung verloren geht.

Wohl Jedermann erinnert sich der Stecknadelkopf grofsen Photographien, wie sie in Federhaltern u. s. w. angebracht sind, die durch eine sehr scharfe Lupe betrachtet, ein Bildchen von aufserordentlicher Feinheit und Schärfe darstellen; eine solche Aufnahme läfst sich auf einer Gelatineplatte überhaupt nicht erhalten; die erwähnten Aufnahmen werden nach einem dem Collodiumverfahren ähnlichen Eiweifsverfahren hergestellt. Die Ursache des Umstandes, dafs die Vorzüge der einen Methode diejenigen der anderen ausschliefsen, ist mit wenigen Worten zu erklären. Bei dem nassen Collodiumverfahren, oder bei demjenigen mit Eiweifs, enthält das die Schicht bildende Medium eines der beiden Salze, aus deren Verbindung nachher die lichtempfindliche Substanz entsteht, in Lösung. Das Collodium, welches auf die Platte gegossen wird, enthält z. B. Jodkalium. Legt man nun diese Schicht in die Lösung eines Silbersalzes, in salpetersaures Silber, so bildet sich innerhalb der Schicht die lichtempfindliche Verbindung Jodsilber als Niederschlag, und ein solcher Niederschlag, der sich auf chemischem Wege bildet, tritt stets in der denkbar feinsten Vertheilung auf, so dafs bei Eiweifsbildern sogar eine mehr als 200fache Vergröfserung dazu gehört, um überhaupt zu erkennen, dafs die empfindliche Schicht nicht homogen ist, sondern aus kleinen Körnchen besteht.

Bei der Herstellung der sehr viel empfindlicheren Trockenplatten wird der wirksame Bestandtheil — Bromsilber — nicht in der Schicht erzeugt, sondern vorher dargestellt und dann in Form einer Emulsion möglichst fein mechanisch vertheilt. Eine mechanische Vertheilung erreicht aber nie die Feinheit der natürlichen, und dabei will es noch gerade des Schicksals Tücke, dafs durch dasjenige eigenthümliche Verfahren, durch welches die Empfindlichkeit der Emulsion gesteigert wird, die Bromsilberpartikelchen immer mehr vergröfsert werden, so dafs schliefslich auf der empfindlichsten Platte bei 5 bis 8facher Vergröfserung das Silberkorn sehr deutlich zu erkennen ist, d. h. man kann eine so gewonnene Photographie durch nicht mehr als 8fache Vergröfserung betrachten. Die Figur auf folgender Seite giebt einen Begriff von dem Anblick einer scheinbar scharfen Linie bei stärkerer Vergröfserung auf einer Aufnahme mittelst Trockenplatte.

Hiernach steht die Schärfe einer Bromsilber-Gelatineaufnahme zu der einer Collodiumaufnahme etwa im Verhältnisse wie eine Kreidezeichnung zu einer feinen Bleistiftzeichnung, und es ist daraus wohl ohne weiteres ersichtlich, dafs hiermit ein grofser Nachtheil verknüpft

ist, sobald es sich um die Ausführung von Messungen handelt; doch gelingt es auch hier, durch Uebung einen Theil dieser Schwierigkeit unschädlich zu machen, indem man z. B. bei der erwähnten Linie nach der Vertheilung des Korns die dunkelste Stelle und damit die Mitte der Linie zu beurtheilen lernt. Auch zur Ausmessung einer Photographie bedarf es einer gewissen Beobachtungskunst, die allerdings von derjenigen am Himmel sehr verschieden ist. Aufser ihrer hohen Empfindlichkeit besitzt aber nun die Gelatineplatte eine vorzügliche Eigenschaft, welche die Unschärfe des Bildes wohl mehr als aufwiegt. Bei dem Collodiumverfahren treten nämlich innerhalb der Schicht in Folge der Entwickelungsmanipulationen nach der Aufnahme starke Verzerrungen auf, die unter Umständen so bedeutend werden können, dafs jegliche Messung überhaupt illusorisch wird. Solchen Verzerrungen oder Verziehungen ist aber die Gelatineschicht nur in weit geringerem Mafse unterworfen, so dafs man mit Leichtigkeit durch Vorsicht beim Messen oder durch die Anwendung feiner Gitter, die auf die Platte mit aufkopirt werden, einen Fehler infolge der Verzerrungen vollständig vermeiden kann. Dies ist aber ein aufserordentlicher Vortheil; denn es ist stets besser beim Messen die einzelne Einstellung weniger genau zu haben, als die Gröfse, die man bestimmen will, durch prinzipielle Fehler entstellt zu wissen.

Doch nun wollen wir dem Laboratorium enteilen und uns den Lichtregionen zuwenden.

Wie schon vorhin angedeutet, sind photographische Aufnahmen von Sonne und Mond zur Zeit des Collodiumverfahrens bereits in vorzüglicher Weise gelungen, und es darf dies auch nicht Wunder nehmen, da bei diesen Gestirnen eine solche Lichtfülle vorhanden ist, dafs es keiner grofsen Empfindlichkeit der Platte bedarf; ja, wenn wir uns zunächst die bei Sonnenaufnahmen erhaltenen Resultate vergegenwärtigen wollen, so müssen wir hierbei bedenken, dafs es gerade das Uebermafs von Licht ist, welches Schwierigkeit bereitet, so dafs besondere Instrumente zur Herstellung von Sonnenphotographien construirt werden mufsten, die man unter dem Namen der Heliographen zusammenfafst.

Diese Instrumente bestehen im wesentlichen aus einem Fernrohre mit einer Camera am Ocularende, und sind mit einem sogenannten Momentverschlusse versehen. Sie sind entweder genau wie ein gewöhnliches astronomisches Fernrohr beweglich aufgestellt, so dafs sie direkt auf die Sonne gerichtet werden können, oder man giebt ihnen eine unveränderliche feste Richtung, und wirft die Sonnenstrahlen

durch einen guten Silberspiegel, der beweglich aufgestellt ist, in das Fernrohr hinein. Beide Aufstellungsarten haben ihre besonderen Vorzüge und Nachtheile, zu Messungszwecken dürfte die feste Aufstellung mit Heliostat am besten sein, wenn es sich aber nur darum handelt, schöne, detailreiche Aufnahmen zu erhalten, verdient wohl die bewegliche Aufstellung den Vorzug, da die Reflexion des Lichtes an dem Spiegel für die Güte der Bilder nur schädlich sein kann. Wegen des grofsen Lichtreichthums nimmt man das Sonnenbild nicht im Focus des Objektivs auf, vielmehr kann man hier mit Vortheil ein vergröfserndes Linsensystem einschalten, so dafs man Sonnenbilder von stärkerer Vergröfserung erhält, auf denen sehr viel mehr Detail erkannt werden kann, als dies bei den kleinen Brennpunktsbildern möglich ist. Selbst bei den stärksten Vergröfserungen, die man hierbei noch anwenden kann, ist die Lichtfülle des Sonnenbildes noch eine so enorme, dafs es gar nicht möglich ist, die Aufnahme mit der Hand auszuführen, etwa durch rasches Oeffnen einer Klappe; auch die sogenannten Momentverschlüsse, wie sie neuerdings bei kleinen photographischen Kammern zur Herstellung der Momentbilder angebracht werden, können nicht im entferntesten die nöthige Kürze der Exposition erzielen. Im allgemeinen mufs bei Sonnenaufnahmen die Expositionszeit unter $^1/_{1000}$ einer Sekunde liegen, so ist z. B. die Sonnenaufnahme, welche demnächst in dieser Zeitschrift reproduzirt werden wird, am grofsen Heliographen des Potsdamer Observatoriums in $^1/_{2000}$ Zeitsekunde hergestellt worden. Die gewöhnliche Einrichtung des Momentverschlusses besteht bei den Heliographen in einem Schieber, der, sich im Brennpunkt des Objektivs bewegend, einen feinen Spalt enthält, dessen Weite je nach der Durchsichtigkeit der Luft und nach der Höhe der Sonne über dem Horizonte regulirt werden kann. Dieser Spalt wird durch eine starke Feder im Momente der Exposition vorbeigeschnellt, so dafs also das Sonnenbild nicht auf einmal aufgenommen wird, sondern in den einzelnen Theilen, die dem vorbeifliegenden Lichtspalte entsprechen in aufserordentlich kurzer Zeit hintereinander. Wollte man den Spalt so weit nehmen, dafs das ganze Sonnenbild auf einmal freigelassen würde, so würde es grofse Schwierigkeiten bereiten, alsdann noch dem Schieber die nöthige Geschwindigkeit zu ertheilen.

Wie bei allen astronomischen Beobachtungen ist es die Unruhe der Luft, welche auch bei den photographischen Aufnahmen der Sonne im höchsten Grade störend einwirkt, aber in gänzlich anderer Weise, als wie dies bei direkten Sonnenbeobachtungen stattfindet.

Man mufs überhaupt zwei Arten von Störungen unterscheiden, welche durch die Luftunruhe verursacht werden. Einmal findet ein beständiges Hin- und Herschwanken der Bilder statt, aber nicht in dem Sinne, dafs z. B. das ganze Sonnenbild gleichzeitig seine Lage etwas verändert, sondern ganz nahe benachbarte Theile des Bildes führen für sich besondere Bewegungen aus, man könnte dies fast dem Gewimmel eines Mückenschwarmes vergleichen. Ein zweiter Akt der Luftunruhe äufsert sich darin, dafs sich „Schlieren" ungleich warmer, also ungleich dichter Luft bilden, die, da sie mit nahe kugelförmigen Grenzflächen versehen sind, ähnlich schwachen Linsen vor dem Objektive wirken, also dessen Brennweite bald verkleinern, bald vergröfsern, so dafs das Bild meistens unscharf erscheint und scharfe Bilder nur momentan auftreten. Beide Erscheinungen sind gleichzeitig im Fernrohr vorhanden, und es gehört die Beobachtungskunst des Astronomen dazu, um aus diesem ewigen Wechsel der Gestalten das Feste und Richtige messend zu erfassen.

Diese Kunst kann die photographische Platte nicht erlernen, sie zeichnet getreu das Bild, wie es in dem Momente der Exposition sich darstellte, mit allen seinen Verzerrungen, Verschiebungen und Undeutlichkeiten. Scharf wird ein solches Bild bei einigermafsen unruhiger Luft nur dann, wenn gerade der kurze Moment getroffen wurde, wo die Luftschlieren sich nahe aufheben, so dafs die Brennweite des Objektivs keine wesentliche Aenderung erfahren hat. Diesen Moment aber zu treffen ist sehr unwahrscheinlich, und so kann es kommen, dafs man unter 20 Sonnenaufnahmen, die man hintereinander anfertigt, kaum eine erhält, die alle Einzelheiten der Sonnenoberfläche mit wünschenswerther Schärfe wiedergiebt.

Die besten gröfseren Sonnenbilder, die bis jetzt erhalten worden sind, sind diejenigen von Janssen in Meudon; sie haben interessante Phänomene auf der Sonnenoberfläche zu Tage gefördert, die bei Okularbetrachtung nicht zu erkennen sind. Bekanntlich erscheint die Sonnenoberfläche, auch abgesehen von den Flecken, nicht als gleichmäfsig helle Scheibe, sondern als feinkörnig granulirte Fläche, die eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Anblicke eines mit Cirri dicht bedeckten Himmels bietet; die Janssenschen Photographien haben nun gezeigt, dafs bei diesen meist ovalen hellen Gebilden über gröfsere Strecken hinüber eigenthümliche Verzerrungen vorkommen, die genau den Eindruck machen, als ob ein heftiger Sturmwind dort herrsche. Es sind übrigens nur wenige solcher Aufnahmen gelungen und leider infolge der oben auseinandergesetzten Schwierigkeiten keine kurz

aufeinanderfolgenden, durch welche allein aus etwaigen Veränderungen die wichtigsten Schlüsse über das Wesen der beobachteten Granulationsphänomene zu ziehen sein würden.

Auch auf dem Potsdamer Observatorium sind einige vorzügliche Sonnenaufnahmen gelungen, die den Janssenschen nur sehr wenig nachstehen, dieselben übrigens inbetreff der Granulationsverzerrungen vollständig bestätigen. Die täglich in Potsdam aufgenommenen Sonnenbilder, die mit nur geringer Vergröſserung erhalten werden — die Sonnenscheibe hat einen Durchmesser von 10 Centimetern — haben infolge der geringen Vergröſserung durch die Luftunruhe viel weniger zu leiden und sind fast durchweg zu guten Messungen brauchbar, zeigen aber naturgemäſs nur wenige Einzelheiten von der Sonnenoberfläche. Auch auf einigen anderen Sternwarten werden kleinere Sonnenaufnahmen täglich zu statistischen Zwecken angefertigt, so z. B. in Pulkowa in Ruſsland und bis vor kurzem auch in Moskau.

Wenden wir uns nun von der Sonne zum Monde, um die Ergebnisse der Photographie an diesem Gestirne zu besprechen, so muſs gleich bemerkt werden, daſs sich bei der Darstellung der Mondoberfläche die Photographie nicht der direkten Betrachtung überlegen gezeigt hat, ja daſs sie nicht einmal mit letzterer konkurrenzfähig ist.

Es wird nicht schwer halten, die Gründe hierfür auseinander zu setzen. Die Intensität des von der Mondoberfläche reflektirten Lichtes ist im Verhältniſs zu derjenigen der Sonnenoberfläche eine so auſserordentlich viel geringere, daſs selbst bei der Anwendung äuſserst empfindlicher Platten von einer eigentlichen Momentaufnahme beim Monde nicht mehr die Rede sein kann. Es gelingt allerdings, das Fokalbild des Mondes in vielleicht weniger als einer Sekunde aufzunehmen, sobald man aber Vergröſserungen anwendet, wächst die Expositionszeit mindestens mit dem Quadrate der Vergröſserung, so daſs für ein viermal vergröſsertes Bild ungefähr 16 Sekunden zur Aufnahme nöthig sind. Hierdurch treten besondere Schwierigkeiten in der Fortführung des Instrumentes auf, welches der scheinbaren Bewegung des Mondes genau folgen muſs. Wie groſs diese Schwierigkeiten sind und welche Mittel man zu ihrer Bekämpfung erfunden, werden wir besser bei Gelegenheit der Fixsternaufnahmen zur Sprache bringen, es möge hier nur auf dieselben hingewiesen werden. Besonders ist es nun wieder die Luftunruhe, welche bei Mondaufnahmen hindernd in den Weg tritt, und zwar äuſsert sich dieselbe hierbei gänzlich anders als bei der Sonne. Bei der längeren Dauer der Exposition erhält man gleichzeitig mit dem wirklichen Bilde des coe-

lestischen Objektes ein mittleres Bild aller infolge der Luftunruhe während der Expositionszeit stattgefundenen Verzerrungen und Undeutlichkeiten. War es also bei der Aufnahme der Sonne möglich, wenigstens zuweilen ein recht scharfes Bild zu erhalten, so ist dies beim Monde gänzlich ausgeschlossen. Selbst wenn die Schwankungen und Wallungen des Bildes bei ausgezeichneter Luft so gering sind, dafs sie bei der direkten Betrachtung im Fernrohr kaum noch stören, indem die Momente der Ruhe mehr Zeit umfassen als diejenigen der Unruhe und das geübte Auge geringen Schwankungen noch gut zu folgen vermag, ist doch die Photographie von ihnen beeinflufst, da sie eben mit in diesem Falle unerwünschter Treue alles wiedergiebt, was sich unter ihren Augen abspielt. Wenn beispielsweise durch die Schwankungen infolge der Unruhe unserer Atmosphäre das Bild eines Punktes nur um eine Bogensekunde aus seiner Mittellage herausgebracht wird, erscheint ein sonst scharfer Rand, etwa der eines Mondkraters, in einer Breite von zwei Bogensekunden, es gehen also schon eine Menge Einzelheiten des Mondgebildes verloren.

Wird eine solche Aufnahme noch nachträglich etwas vergröfsert, um einigermafsen die Vergröfserung zu erhalten, mit welcher man den Mond direct zu beobachten pflegt, so erscheinen die Einzelheiten der Mondoberfläche weit verwaschener, als bei direkter Beobachtung; das Auge sieht thatsächlich im Fernrohr mehr als auf der Photographie. Gewifs gewähren die vorzüglichen Mondphotographien Rutherfurds oder diejenigen, welche neuerdings im Brennpunkte des grofsen Refractors des Lick-Observatory in Californien erhalten worden sind, von denen letzteren das Heft 9 dieser Zeitschrift eine wohlgelungene Wiedergabe gebracht hat, einen schönen Anblick, sie sind auch als Mondkarten zur Orientirung der einzelnen Mondgebilde sehr gut zu benutzen; aber einen streng wissenschaftlichen Werth besitzen sie nicht; sie haben bis jetzt zur Erweiterung unserer Kenntnisse der Mondoberfläche keine wichtigen Beiträge liefern können.

In einer noch etwas ungünstigeren Lage befindet sich die Photographie gegenüber den Aufnahmen der Oberflächen der grofsen Planeten. Es kommt bei diesen der Umstand hinzu, dafs, um überhaupt Details erkennen zu können, ziemlich kräftige Vergröfserungssysteme angewendet werden müssen, wobei die vorhin erwähnten Schwierigkeiten in gleichem Mafse sich mit vergrössern. Die besten Aufnahmen von Planeten, diejenigen von Jupiter und Saturn, von den Gebrüdern Henry in Paris angefertigt, lassen auch nicht annähernd

die Feinheiten und Details erkennen, die man selbst mit mittleren Fernröhren mit Leichtigkeit sehen und sogar messen kann.

Es scheint auch nicht, als ob Aussicht vorhanden sei, von der Anwendung der Photographie auf diese Himmelskörper besondere Vortheile zu erhalten, die etwa gar mit den klassischen Entdeckungen Schiaparellis auf der Marsoberfläche konkurriren könnten.

Es wird sich gewifs mancher wundern, vorläufig nur wenig Rühmenswerthes von der Anwendung der Photographie in der Astronomie erfahren zu haben; wir wollten aber das Geringere vorweg nehmen, um uns nachher um so ungestörter dem Besseren widmen zu können. Der eigentliche Schwerpunkt der Bedeutung der coelestischen Photographie liegt in zwei Gebieten der Astronomie, in der Darstellung und Ausmessung des Fixsternhimmels und der Nebelwelten und in der Spectralanalyse der Gestirne. Auf beiden Gebieten ist sie bereits epochemachend aufgetreten und wird sie noch weiterhin zu grofsartigen Entdeckungen führen. Es wird daher nunmehr unsere Aufgabe sein, etwas ausführlicher, als dies bis jetzt geschehen ist, einerseits die technischen Schwierigkeiten, welche zur Herstellung photographischer Aufnahmen in diesem Gebiete zu überwinden waren, hervorzuheben, andererseits aber auch die Gesichtspunkte festzustellen, die durch die Einführung der Photographie neu gewonnen worden sind.

Der physiologische Unterschied zwischen der Empfindlichkeit einer photographischen Platte und derjenigen unseres Auges beruht auf dem Umstande, dafs die Netzhaut ihr Urtheil über die Helligkeit eines Gegenstandes nach der Intensität des Lichtes bildet, die photographische Platte dagegen nach der Menge des Lichtes. Durch diese letztere Eigenschaft tritt als wichtiger Factor die Zeit hinzu; ein Auge sieht bei stundenlanger Betrachtung ein schwaches Sternchen nicht besser, als binnen wenigen Secunden, bei der photographischen Platte dagegen wächst die chemische Einwirkung der Strahlen zwar nicht gerade proportional mit der Zeit, wohl aber annähernd, so dafs man innerhalb gewisser Grenzen eine Proportionalität annehmen kann. Während also die directe Empfindlichkeit der Photographie thatsächlich geringer ist als diejenige des Auges — man erkennt z. B. innerhalb eines Zeitraumes von etwa 2 Sekunden deutlich im Fernrohr weit mehr Sterne, als in diesen 2 Sekunden auf der empfindlichsten Platte erscheinen — kommt die Ueberlegenheit der Photographie über das Auge erst in Betracht, wenn die Zeit summirend hinzutritt. Damit ist ohne weiteres als Bedingung für die Herstellung von Sternaufnahmen, die mehr geben sollen, als das Auge zu leisten vermag, die

Dauerexposition getreten, und mit ihr die Forderung, die vom Objective des Fernrohrs erzeugten Sternbilder mit einer, sonstigen astronomischen Messungen entsprechenden Genauigkeit stundenlang auf derselben Stelle der Platte festhalten zu können; es ist dieselbe Forderung, die in geringerem Mafse schon bei den Aufnahmen von Mond und Planeten gestellt war.

Bei der aufserordentlichen Vervollkomnung, welche die parallaktische Aufstellung grofser Instrumente und die Herstellung von Triebwerken für dieselben in den letzten Jahrzehnten erfahren hat, sollte man die Erfüllung der obigen Bedingung für nicht so schwer halten; man mufs aber bedenken, dafs die Forderung lautet, die Sterne mit einer, den sonstigen astronomischen Messungen entsprechenden Genauigkeit auf derselben Stelle der Platte zu erhalten. Nehmen wir hierfür z. B. den Werth von 1 Bogensekunde an, so würde dies bei einem Fernrohr von etwa $3\,^1/_3$ Meter Brennweite in Millimetern 0.017 betragen, d. h. während der ganzen Expositionszeit darf die Platte vom scheinbaren Laufe des Sternes nicht um den Betrag von 0.017 Millimetern abweichen. Eine solche Forderung erfüllt aber nicht die beste Aufstellung und nicht das beste Uhrwerk, ja selbst wenn dies doch der Fall wäre, geben doch die Veränderungen der Refraction in unserer Atmosphäre infolge von Temperaturänderungen und wechselnder Höhe der Gestirne über dem Horizont, neue Fehlerquellen von diesem Betrage.

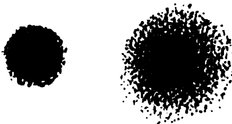
Es mufs also doch das menschliche Auge helfend hinzutreten und durch irgend eine Vorrichtung bei sehr starker Vergröfserung einen der abzubildenden Sterne stets genau im Durchschnittspunkte eines Fadenkreuzes halten. Als einfachste Vorrichtung hierzu kann man den Sucher des Hauptinstrumentes benutzen, falls man denselben mit einer starken Ocularvergröfserung versieht. Diese Methode hat sich aber in vielen Fällen nicht bewährt, weil die Durchbiegung von Hauptrohr und Sucher je nach der Lage des Instrumentes eine verschiedene ist und infolge dessen, wenn der Stern auch im Sucher genau gehalten worden ist, dies nicht für die Platte stattfindet. Eine andere Vorrichtung, die von diesem Fehler gänzlich frei ist, besteht darin, seitlich der photographischen Kassette ein Okular anzubringen, um so neben der Platte her den Stern sehen zu können, aber auch diese Methode hat ihre Mängel, und gänzlich einwurfsfrei dürfte wohl nur diejenige sein, welche zuerst von den Gebrüdern Henry in Paris in Anwendung gekommen ist, und die darin besteht, dafs in einem gemeinschaftlichen Rohre sich 2 Objektive von gleicher Brennweite

befinden, ein gröfseres für die photographische Aufnahme und ein etwas kleineres für das Halten des Sterns bestimmt. Bei dieser innigen Verbindung zweier Fernröhre ist natürlich nun die Garantie vorhanden, dafs das photographische Instrument genau den Bewegungen des andern folgt.

Die Aufgabe des Beobachters besteht bei allen Anordnungen übrigens gleichmäfsig darin, vermittels der Feinbewegungen einen als Marke ausgewählten Stern stets auf dem Fadenkreuze des Beobachtungsfernrohrs zu erhalten, also alle Ungenauigkeiten im Gange des Instrumentes und die Wirkung der Refraktion auf den Anhaltstern zu korrigiren.

Es ist klar, dafs bei diesen langen Expositionszeiten die Unruhe der Luft eine wenn möglich noch stärkere Wirkung ausüben wird, als bei den Aufnahmen von Mond und Planeten, und doch ist sie im vorliegenden Falle sehr viel weniger schädlich als bei den ersten Objekten.

Dieser scheinbare Widerspruch löst sich sofort auf, wenn man bedenkt, dafs es sich in dem einen Falle um Darstellung von Zeichnungen innerhalb einer Fläche, in dem anderen Falle aber nur um Abbildung eines Punktes ohne weiteres Detail handelt. Der Stern selbst kann wegen seiner aufserordentlichen Entfernung als mathematischer Punkt gelten, sein Bild im Fernrohr ist dies nicht und zwar infolge von Ungenauigkeiten in der Gestalt und Achromasie des Objektives und der Lichtbeugung an den Rändern desselben. Das Bild eines Sterns ist also stets ein Scheibchen, umgeben mit Interferenzringen, und bei photographischen Aufnahmen hat ein solches Scheibchen immer einen mefsbaren, beträchtlichen Durchmesser, der je nach der Helligkeit des Sterns oder nach der Länge der Expositionszeit sehr grofs werden kann, bis zu 1 Bogenminute und darüber. Die Unruhe der Luft, durch welche der Stern in einer gewissen Amplitude um seinen eigentlichen Ort herumpendelt, bewirkt also nur eine geringe Vergröfserung des ohnehin nicht völlig scharf begrenzten Scheibchens, ist also bei einigermafsen nicht zu schlimmen Luftverhältnissen fast ganz ohne störenden Einflufs. Das wichtigste ist hierbei, dafs der Mittelpunkt des Bildchens natürlich auf derselben Stelle bleibt, dafs also die Position des Sterns nicht geändert wird.



Es dürfte im Anschlufs hieran überhaupt der Ort sein, auf das für die Gröfsenbestimmung der aufgenommenen Sterne so wichtige Verhalten der photographischen Sternscheibchen etwas näher einzugehen.

Die Ursache, weshalb das photographische Bild eines Sterns stets gröfser ist, als das reelle Bild desselben in der Brennebene, und weshalb bei vermehrter Helligkeit oder längerer Expositionszeit der Durchmesser stark zunimmt, dürfte nur zum wenigsten in dem Umstande liegen, dafs die das eigentliche Scheibchen umgebenden Interferenzringe allmählich zur Wirkung kommen, als vielmehr in der Reflexion des Lichts von den vom Licht getroffenen Bromsilbertheilchen auf die benachbarten, die nicht mehr direct im Bereiche des Lichtscheibchens liegen. Es ist hierbei stillschweigend vorausgesetzt, dafs das Bild des Sterns mit einem Objektive, welches für die chemisch wirksamen Strahlen achromatisirt ist, oder mit einem Hohlspiegel aufgenommen ist.

Es ist dies für die Herstellung scharfer und zu Messungen brauchbarer Sternaufnahmen absolut nöthig; denn bei einem gewöhnlichen, an und für sich noch so guten Fernrohrobjektive werden die blauen und violetten Strahlen, die die Hauptwirkung hervorrufen, so wenig in einem kleinsten Scheibchen vereinigt, dafs man von einem Stern nur einen ganz verwaschenen, nach dem Centrum an Dunkelheit zunehmenden Flecken auf der Platte erhält. Die beistehende Figur wird dies deutlicher als alle Beschreibung zeigen; links ist das photographische Bild eines mit gewöhnlichem Objektiv aufgenommenen Sterns, rechts dasjenige desselben Sterns, mit einem für die chemisch wirksamen Strahlen achromatisirten Objective aufgenommen, wie es sich bei einer zum Messen brauchbaren Vergröfserung darbietet.

Es ist hieraus wohl unverkennbar zu entnehmen, dafs eine Einstellung auf die Mitte eines solchen Scheibchens, wie dies beim Ausmessen von Sternaufnahmen geschehen mufs, im zweiten Falle ungleich leichter und exakter auszuführen ist.

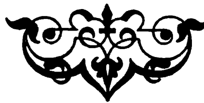
Auch ist mit der grofsen Verwaschenheit des Bildes eine Abnahme der Lichtstärke verbunden, da sich dieselbe Lichtmenge auf einer beträchtlich gröfseren Fläche verbreitet.

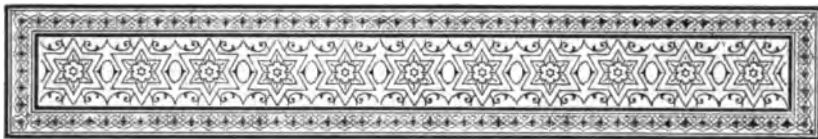
Die Photographie stellt den Anblick einer Stelle des gestirnten Himmels demnach in derselben Weise dar, wie dies künstlich bei den meisten Sternkarten ausgeführt ist; die Helligkeit der Sterne oder ihre Gröfse ist gegeben durch die Gröfse des Scheibchens.

Es bereitet keine besondere Schwierigkeit, aus dem Durchmesser der Sternscheibchen die Gröfse der betreffenden Sterne abzuleiten, wenn man sich hierbei mit der Genauigkeit begnügt, wie sie bei Zonenbeobachtungen zu erreichen ist. Es hat sich nämlich ergeben, dafs die Durchmesser der Sternscheibchen nahe proportional mit den Gröfsenklassen wachsen, wenigstens ist dieses Gesetz innerhalb gewisser Grenzen

als gültig anzunehmen. Aber die sich so herstellende Gröfsenordnung der Sterne stimmt im allgemeinen nicht mit derjenigen überein, welche man mit dem Auge erhält. Es ist dies eine Folge der verschiedenen Färbung der Sterne, für welche das menschliche Auge anders empfindlich ist, als die photographische Platte. Für ersteres liegt die stärkste Lichtwirkung im Gelben, für die letztere im Blauen oder Violetten, daher erscheint dem Auge ein rother Stern sehr viel heller als der Platte. Genauer ausgedrückt hängt der Helligkeitsunterschied nicht so sehr von der Farbe ab, als von dem Spectraltypus der Sterne, der die Ursache der Färbung ist, und dieser Unterschied kann sehr beträchtlich werden; so erscheint z. B. der rothe Stern α-Orionis, der dem dritten Spektraltypus angehört, dem Auge etwa eben so hell, als der weifse Stern α-Aquilae, bei einer photographischen Aufnahme beträgt aber der Helligkeitsunterschied beider Sterne, in dem Sinne, dafs α-Orionis der schwächere wird, mehrere Gröfsenklassen.

In neuerer Zeit hat man nun verschiedene Verfahren erfunden, durch welche die Empfindlichkeit der photographischen Platten in Bezug auf Farben sich mehr derjenigen des Auges nähert, indessen werden die „orthochromatischen“ Platten nur mit Unrecht so genannt, da sie sich dem gewünschten Ziele nur nähern, es aber wenigstens in der coelestischen Photographie noch lange nicht erreichen, indem die Empfindlichkeit der Schicht nicht dieselbe für alle Farben ist. Es wird nichts anderes übrig bleiben, als eben eine neue photographische Helligkeitsscala in der Astronomie einzuführen, die nur in Bezug auf die weifsen Sterne mit der jetzt gebräuchlichen übereinstimmen würde.





Der Fortschritt in der Selenographie.

Von Professor Dr. L. Weinek,
Direktor der K. K. Sternwarte in Prag.

(Schlufs.)

Wir kommen nun zu den ausgezeichneten und umfassenden Arbeiten Mädlers über den Mond, welche derselbe im Vereine mit Beer, einem reichen Banquier, auf des Letzteren Privatsternwarte im Thiergarten bei Berlin seit 1830 ausführte. Mädler, welcher der hauptsächliche Beobachter von Beiden war und an genanntem Observatorium von 1828 bis zu seiner Berufung nach Dorpat im Jahre 1840 wirkte, berichtet selbst über die Veranlassung zu diesen Mondstudien, wie folgt:[28]) „Das Vergnügen, welches uns bei Mondbeobachtungen die Lohrmannsche Karte (in den damals vorgelegenen 4 Sektionen) gewährte, sowie die Unannehmlichkeit, für den übrigen bei weitem gröfseren Theil seiner Oberfläche eines solchen Hülfsmittels beraubt zu sein, bewogen uns im Jahre 1830, selbst die Lösung der Aufgabe zu versuchen“, und an anderem Orte:[29]) „Ich hatte 1829 die 4 Blätter, welche vorlagen und die Mittelgegend des Mondes einschlossen, mit dem Himmel verglichen und mich von der Korrektheit in Beziehung auf die Lage der Hauptpunkte, zugleich aber auch davon überzeugt, dafs hier nicht unerhebliche Korrektionen und Zusätze zu machen waren. Als jedoch auch im Jahre 1830 noch immer nichts von Lohrmann zu hören war, machte ich mich selbst an die Arbeit und begann im März 1830 mit einer Abzeichnung und vorläufigen Messung des Mare Crisium.“ Die Frucht dieser Arbeiten war eine Aufnahme des ganzen Mondes in gleichem Durchmesser mit der von Lohrmann in Angriff genommenen Karte, welche etwa 600 Nachtwachen beanspruchte und im August 1836 vollendet war, so dafs das erste aus der lithographischen Presse hervorgegangene fertige Exemplar dieser in 4 Sektionen publi-

---

[28]) Beer und Mädler „Der Mond“ 1837, S. 187.

[29]) Mädler „Geschichte der Himmelskunde“ 1873 II. Bd., S. 115.

zirten „Mappa Selenographica" im September 1836 der Jenaer Naturforscher-Versammlung vorgelegt werden konnte. Ihr erstes Blatt war dagegen schon im Jahre 1834 erschienen. Das hierzu gehörige, erläuternde und erschöpfende Werk: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen, oder Allgemeine vergleichende Selenographie" erschien 1837, während im folgenden Jahre noch eine kleinere Mondkarte von 1 Fufs (32.5 cm) Durchmesser und 1839 eine „kurzgefafste Beschreibung des Mondes" als Auszug aus der gröfseren Selenographie von Mädler allein veröffentlicht wurde.

Das benutzte Instrument war ein Fraunhofersches Fernrohr von $4^1/_2$ Fufs Brennweite und 43 Pariser Linien (97.0 mm) Oeffnung mit Fadenmikrometer, welches für die Messungen mit 140facher Vergröfserung, fürs Zeichnen mit 300facher Vergröfserung, sofern eine solche der Luftzustand zuliefs, versehen wurde. Die Messungen erstreckten sich auf die selenographischen Längen und Breiten von 104 Hauptpunkten oder sogenannten Punkten erster Ordnung, die in Bezug auf den Mondrand auf 919 Einzelnbestimmungen (vom 19. April bis 20. Dezember 1831) beruhen und zu welchen Objekte von besonderer Deutlichkeit gewählt wurden, sodann auf eine grofse Anzahl von Punkten zweiter Ordnung, die einen weiteren Anhalt für die Eintragung des Details in die Karte bieten sollten und im Anschlufs an nahegelegene Hauptpunkte durch Distanz- und Positionswinkel-Bestimmung fixirt wurden, ferner auf 148 Durchmesser von Kratern, endlich auf 1095 Berghöhen, hergeleitet aus deren Schattenwurf. Zur Charakterisirung der relativen Helligkeiten auf dem Monde bediente sich Mädler ebenso wie Schröter und Lohrmann einer Skala von 10 Graden, deren Unterabtheilungen von ihm in folgender Weise festgestellt worden. Es bezeichnet: 0^0 den schwarzen Schatten der Berge, $1—3^0$ einen grauen Ton, $4—5^0$ eine lichtgraue, $6—7^0$ eine weifse und $8—10^0$ eine glänzend weifse Farbe. Für die gröfseren Objekte vermehrte Mädler die von Riccioli, Schröter und Lohrmann eingeführten Namen um etwa ein Drittel, während er die kleineren Gebilde mit Bezug auf das zunächstliegende benannte Objekt durch Buchstaben und zwar die Höhen durch griechische, die Vertiefungen durch lateinische kennzeichnete.

Die grofse Beer-Mädlersche Karte zeichnet sich vor der Lohrmannschen trotz des gleichen Mafsstabes durch ein im allgemeinen reicheres Detail aus, ist aber im Tone weniger kräftig als die letztere gehalten. Diesbezüglich bemerkt Mädler selbst:[30]) „Die

[30]) Beer und Mädler „Der Mond" 1837, S. 187.

1

2

3

4

5

6

7

8

K. k. [illegible] Prag

Mondlandschaften.

Nach der Natur gezeichnet von Prof. L. Weinek.

Schröter-Lohrmannsche Skala für die Farben behielten wir bei, glaubten jedoch bei den Böschungswinkeln und den Höhen der Gebirgszüge uns so naturgetreu als möglich halten zu müssen, selbst auf die Gefahr, der Schönheit des Bildes Eintrag zu thun. Allerdings treten die Berge auf den Lohrmannschen Sektionen dem Auge kräftiger entgegen, wenn man aber die Böschungswinkel und Horizontalen genau berücksichtigt, so findet man auf ihnen lange Gebirgszüge, deren Gipfel sämtlich 3 Meilen Höhe haben müfsten" und Schmidt hebt hervor[31]): „Die Wiedergabe des Individuellen an den Bergformen des Mondes ist schon eine höhere Aufgabe der Kunst, und konnte bis jetzt nur in wenigen Fällen erreicht werden. Bei aller Sorgfalt hat Lohrmann doch den Hauptcharakter der Kratergebilde verfehlt, indem er die Gipfelränder zu breit zeichnete, und fast überall den wirklichen Bestand des Zusammenhanges und der Regelmäfsigkeit der Kraterwälle durch die Manier seiner Darstellung aufgehoben hat. Mädler war darin glücklicher, und seine Charte enthält ausgezeichnete Beispiele, indem es ihm gelang, besondere Eigenthümlichkeiten zur Anschauung zu bringen."

Beer und Mädlers Werk giebt einen vollständigen Bericht über den damaligen Stand unseres Wissens vom Monde und die erste angemessene Beschreibung und Gesamtkarte unseres Trabanten. Wegen der darauf verwandten Sorgfalt und Gründlichkeit wird es lange Zeit den Ausgangspunkt für fernere, detaillirtere Forschungen bilden und zur Förderung der Selenographie wesentlich beitragen. Mädler selbst hielt das Gebotene noch keineswegs für einen Abschlufs dessen, was wir vom Monde zu erfahren vermögen und bemerkt wörtlich:[32]) „Wie scheinbar reichhaltig übrigens auch dieser Theil unseres Werkes (über die spezielle mathematische Selenographie) sei, so wird es doch keinem Sachkundigen entgehen, dafs das Ganze nur als ein Anfang, als eine Grundlage für weitergehende Forschungen betrachtet werden könne. Es ist nur das zur Bearbeitung einer Karte in dem von uns gewählten Mafsstabe unumgänglich Nothwendige. In der Folgezeit werden — wir hoffen es — schärfere, weiter ausgedehnte, häufiger wiederholte Messungen die unsrigen verdrängen, selbst strengere Berechnungsmethoden werden in Anwendung kommen, wenn erst manche jetzt noch schwebende Frage (z. B. die über die physische Libration) entscheidend gelöst, manches anzuwendende Element der Rechnung mit gröfserer Sicherheit bestimmt sein wird.

[31]) Schmidt „Charte der Gebirge des Mondes" 1878, S. VII.

[32]) Beer und Mädler „Der Mond" 1837, S. IV.

Was insbesondere die Messungen der Berghöhen betrifft, so ist dies in Beziehung auf Genauigkeit der Resultate nothwendig der schwächste Theil und hier dürfte noch die gröfste Arbeit bevorstehen"; er betont ferner in seiner Geschichte der Himmelskunde,[33]) dafs die Frage nach Veränderungen am Monde auf Grund seiner Karte nur mit Vorsicht zu erörtern sei, theils, weil der lithographische Stein infolge seines langjährigen Gebrauches sehr abgenutzt, also die spätere Reproduktion weniger vollkommen wurde, theils, weil bei Anfertigung eines nur auf eigene Arbeiten basirten Gesamtbildes des Mondes den einzelnen Objekten nicht die ganze Sorgfalt gewidmet werden kann, die nur möglich ist, wenn man sich mit einem allein oder mit wenigen speziell beschäftigt. Eine neue verbesserte Auflage der Mappa Selenographica erschien unter Hinzufügung von Mädlers Dorpater Beobachtungen im Jahre 1869. Wohl hatte Mädler gehofft, während seines Direktorates an der Dorpater Sternwarte von 1840—1865 eine gröfsere und vollständigere Mondkarte herzustellen; doch war das Dorpater Klima für dieses Vorhaben zu ungünstig, auch ging Mädler allmählich dem traurigen Geschicke seiner Erblindung entgegen, so dafs nur wenige Zeichnungen nach dem geplanten gröfseren Mafsstabe ihre Vollendung fanden, was sehr zu beklagen ist. Die Selenographie, mit welcher Mädler seine beobachtende Thätigkeit begonnen, ist auch deren Schlufs geblieben. Er starb am 14. März 1874 zu Bonn.

Neben Mädler ist Julius Schmidt als einer der gründlichsten Kenner des Mondes zu nennen. Von diesem besitzen wir seit 1878 die gegenwärtig gröfste Mondkarte von 6 Pariser Fufs (1.949 m) Durchmesser mit 32856 Kratergebilden (wenn jede Ringform des Gebirges so bezeichnet wird), und 348 Rillen, während die Zahl der ersteren bei Mädler 7735, bei Lohrmann 7178 (in allen 25 Sektionen), der letzteren bei Mädler 77 und bei Lohrmann 99 ist. Schmidts Karte ist das Resultat einer 34jährigen, unermüdlichen Beobachtung des Mondes und dürfte die Grenze defsen darstellen, was ein Einzelner allein während seiner kurz bemessenen Lebensdauer auf diesem Gebiete zu erreichen vermag. Insofern könnte sie als Ganzes nur durch das Zusammenwirken Vieler, deren Jeder eine spezielle Mondgegend behufs detaillirtester und sorgfältigster Wiedergabe ins Auge fassen würde, übertroffen werden.

Die erste Anregung zu seinen Mondstudien erhielt Schmidt 1839 im Alter von 14 Jahren, als er bei einer Auktion in seiner Heimath

---

[33]) II. Bd., S. 514.

Eutin das Schrötersche Werk über den Mond in die Hände bekam. Der Anblick von schattenwerfenden Bergen und Kratern auf den zahlreichen Tafeln desselben liefs ihn nicht ruhen, bis er seinen Vater zu bestimmen wufste, ihm selbst ein Fernrohr zu schleifen, welches denn auch der Knabe, gelehnt an einen Laternenpfahl, sofort auf den Mond richtete. Da er die Streifen Tychos zu erkennen vermochte, schickte er sich alsbald an, den Versuch einer ersten Zeichnung zu machen. 1840 beobachtete er bald am Hofplatze, bald am Dachboden und Schornsteine seines Wohnhauses und begann seine Entwürfe mit Abbildungen von ganzen Phasen des Mondes. Im Frühling 1841 wurde dieses Unternehmen mit einem 4füfsigen Dollondschen Fernrohr bei 15- bis 20-maliger Vergröfserung fortgesetzt. Im Juli desselben Jahres blickte Schmidt zum ersten Male durch ein gröfseres Fernrohr der Altonaer Sternwarte und erkannte nun erst, indem er gleichzeitig die grofse Mädlersche Karte zu Gesicht bekam, den ungeheuren Reichthum an Gebilden auf dem Monde. 1842 kam er nach Hamburg, wo er theils Zutritt zur Sternwarte erhielt, theils Gelegenheit fand, zu Hohenfelde bei Hamburg an einem 3füfsigen Fernrohr mit 90facher Vergröfserung, das einem Herrn Bartels gehörte, nach Belieben den Mond zu zeichnen. Erst von dieser Zeit an bekam Schmidt Abbildungen, die zum Theil für seine grofse Karte benutzt werden konnten, weil er nun das Zeichnen ganzer Phasen aufgegeben und nach Schröters Vorgang sich auf einzelne Mondlandschaften beschränkt hatte. Seit 1845 finden wir Schmidt an den verschiedensten Instrumenten in Bilk, Bonn, Berlin, Olmütz, Wien, Rom und Neapel arbeiten, bis derselbe am 2. Dezember 1858 als Direktor der Sternwarte nach Athen kam. Die Olmützer Zeit von 1853—1858 an der Sternwarte des Prälaten Unkrechtsberg war besonders fruchtbar für die Vermessung zahlreicher Höhen und Neigungswinkel von Mondgebirgen. In Athen benutzte Schmidt einen 6füfsigen Plösslschen Refraktor von 6 Zoll Oeffnung und bediente sich bei guter Luft einer 300maligen, in ganz seltenen Fällen auch einer 500 bis 600maligen Vergröfserung. Das im Laufe der Zeit bedeutend angewachsene Material begann Schmidt im Januar 1865 für die Herstellung einer Mondkarte von 2 m Durchmesser auf 4 Blättern, in welche die Hauptpunkte nach Mädlers Karte eingetragen wurden, zu verarbeiten. Bei diesem Versuche konnte er indefs bald wahrnehmen, wie viel ihm noch für das gesetzte Ziel fehlte. Er bemerkt dazu selbst[34]): „Dadurch ward

[34]) Schmidt „Charte der Gebirge des Mondes“ 1878, S. V.

ich genöthigt, die Beobachtungen in solchem Mafse zu vermehren, dafs die früheren dagegen nunmehr wenig in Betracht kommen konnten. Neun Jahre sind dieser Arbeit gewidmet worden, bis ich im Juli 1874 mich dahin entschied, das Werk abzuschliefsen, weil auch bei gleichbleibenden äufseren günstigen Bedingungen, sich auf unzweifelhafte Weise herausstellte, dafs eine erschöpfende Darstellung aller Details, welche ein sechsfüfsiger Refraktor erkennen läfst, eine längere Lebensdauer und eine viel gröfsere Arbeitskraft erfordert, als dem Menschen verliehen ist." Im April 1867 gab Schmidt seinen ersten Entwurf, bei welchem die beträchtliche Gröfse des einzelnen Blattes zu 1 Quadratmeter für ein exaktes Zeichnen viel zu unbequem war, wieder auf, hatte sich aber durch diesen Versuch im Zeichnen mit der Feder nach Lehmanns Methode erheblich geübt. Er behielt zwar den Durchmesser von 6 Pariser Fufs = 1 Toise (1.949 m) bei, theilte aber das Ganze wie Lohrmann in 25 Sektionen, so dafs ein Blatt sehr nahe die Gröfse von 39.0 cm im Quadrat erhielt. Hierzu entnahm er die selenographischen Positionen der Punkte erster und zweiter Ordnung ausschliefslich der Lohrmannschen Arbeit, während das gesamte übrige Detail von ihm selbstständig orientirt und gezeichnet wurde. Der Inhalt der Karte umfafst mehr als 3000 Originalzeichnungen Schmidts von 1842—1874 d. i. einer 32jährigen Beobachtung, während die früheren von 1840—1842 ihrer geringeren Zuverlässigkeit wegen keine Verwendung gefunden. Ueber den Impuls zur Herausgabe dieser Karte auf Staatskosten schreibt Schmidt[35]): „Im Dezember 1874 brachte ich die Charte auf der Berliner Sternwarte zur Aufstellung. Das Interesse, welches sie dort erregte, führte dann zu glücklichen Kombinationen, so dafs die Herausgabe des Werkes unter Protektion des Staates bald als gesichert angesehen werden konnte. Auf gnädige Anregung Sr. Kais. Hoheit des Kronprinzen, hatte der Feldmarschall Graf von Moltke die Güte, die 25 Tafeln im Atelier des Grofsen Generalstabes photographiren zu lassen, und mir im April 1875 zwei Abzüge zu übergeben, so dafs ich, da das Original in Berlin blieb, mit Hülfe jener beiden Photographien die Bearbeitung der Beschreibung zu Ende führen konnte." Derart erschien das grofse Werk im Jahre 1878 unter dem Titel: „Charte der Gebirge des Mondes" in 25 Blättern mit einem Erläuterungsband von 304 Seiten Text. — Der Umstand, dafs die Karte auf heliotypischem und nicht auf lithographischem Wege, wie die Mädlersche, vervielfältigt wurde,

---

35) Ibidem S. VI.

veranlafst Schmidt zu folgender Bemerkung[36]): „Mir war bekannt, dafs meine Handzeichnung im Laufe der Zeit bleicher werden würde, und da ich seit 1868 entschlossen war, die Tafeln durch die Photographie zu vervielfältigen, so mufste ich darauf Rücksicht nehmen, dafs alle Details in gleicher Deutlichkeit auftreten könnten, und aus diesem Grunde habe ich absichtlich die an sich so schwachen Höhenzüge und Adern in den Maren viel schärfer schraffirt, als es zufolge ihrer Neigungswinkel hätte sein dürfen. Demnach giebt also meine Charte nicht den richtigen Eindruck von den Unterschieden, welche thatsächlich auf dem Monde stattfinden, und Mädlers Charte ist in solcher Rücksicht getreuer." Mit Bezug auf die Darstellung des Individuellen in den Bergformen sagt ferner Schmidt[37]): „In meiner Charte herrscht grofse Einförmigkeit in der Behandlung, und viel Charakteristisches mufste anderen Zwecken geopfert werden;" endlich hinsichtlich der Wiedergabe der Helligkeitsunterschiede auf dem Monde[38]): „Das Kolorit, die sogenannte Mondfarbe, also das Aussehen des Vollmondes, in einer topographischen Charte genau darzustellen, ist unmöglich, und demnach beschränkte ich mich, wie meine Vorgänger, darauf, das Nöthige hervorzuheben, nämlich die graue Färbung der Ebenen und verschiedene dunkle Flecken. Lichtstreifen zeichnete ich nur in den Maren, Lichtflecken nur dort, wo die dunkle Umgebung es zuliefs. Für den Vollmond wird einst die Photographie das Beste liefern. Das unendliche Detail der Abstufungen des Lichtes im Vollmonde wird man niemals auf dem Wege der gewöhnlichen Zeichnung bewältigen. Noch weniger konnte ich daran denken, die geringen Farbenunterschiede, die auf dem Monde vorkommen, zur Anschauung zu bringen."

Es war bereits die Rede von dem überaus reichen Detail, welches die Schmidtsche Karte im Vergleich zu den nach halb so grofsem Mafsstabe angefertigten Lohrmannschen und Mädlerschen Karten bietet; doch steht sie an Feinheit der Zeichnung den letzteren nach. Hinsichtlich ihrer Genauigkeit basirt sie auf Lohrmanns Positionsbestimmungen am Monde, welche aber für einen so grofsen Mafsstab (Schmidt giebt 25 678 Ringgebirgformen mehr als Lohrmann) zu wenig zahlreich sein dürften, obwohl im übrigen Schmidts Zuverlässigkeit und Sorgfalt im Beobachten bekannt sind. Seine Messungen bezogen sich hauptsächlich nur auf die Höhen der Mondberge, deren

[36]) Ibidem S. VII.
[37]) Ibidem S. VII.
[38]) Ibidem S. 7.

Anzahl von 1844—1865 auf 3050 stieg. Die Nomenklatur umfafst bei Schmidt 546 Namen, darunter 501 Personen-Namen, bei Lohrmann 442 (auf dessen 25 Sektionen), bei Mädler 416 Namen. Der Mafsstab der Karte ist 1 : 1783200, woraus hervorgeht, dafs auf derselben 1 mm = 1783.2 m ist, also eine geographische Meile durch 4.1613 mm dargestellt wird. Sie giebt daher eben soviel Detail, als wenn ganz Böhmen auf einem Quartblatt[39]) oder die Insel Corsica auf einer Visitkarte[40]) abgebildet würde. Sollte beispielsweise auf Schmidts Mondkarte die Stadt Wien verzeichnet werden, so müfste deren Längsausdehnung mit 4.6 mm, die Breitenausdehnung mit 3.0 mm eingetragen werden, durch welchen Vergleich die Ausführlichkeit derselben wohl am instruktivsten erläutert erscheint.

Es geschehe noch Erwähnung der folgenden Bemerkungen, welche Schmidt bezüglich der bei solchen Aufnahmen anzuwendenden Fernrohr-Vergröfserungen macht. Er sagt:[41]) „Sehr starke Vergröfserungen von 600—700 mal sind so gut wie niemals mit Vortheil zu gebrauchen; auch würde man sich in solchem Falle auf die Zeichnung einer sehr kleinen Landschaft beschränken müssen. Für die gewöhnlichen kleinen Refraktoren von 4—6 Fufs Brennweite sind Vergröfserungen von 200 bis 300 mal am dienlichsten. Will man das Kolorit des Mondes darstellen, so ist es vortheilhaft, sich schwacher Okulare oder kleiner Fernrohre zu bedienen", ferner:[42]) „Wäre es möglich, den Mond vollständig mit Hülfe einer 600 maligen Vergröfserung abzubilden, so würde man gegen 100000 Krater und wohl 500 Rillen darzustellen haben." Dies werden also künftige Selenographen in Betracht zu ziehen haben.

Aufser zahlreichen Schriften über spezielle Gegenstände der Mondtopographie hat Schmidt auch einen Katalog „Ueber die Rillen auf dem Monde" 1867 herausgegeben, welcher 425 dieser Formationen aufweist, von denen er selbst 278 entdeckt hat, ferner im Oktober 1866 die Veränderung des Kraters Linné im Mare Serenitatis angezeigt, welche seiner Zeit das gröfste Aufsehen erregte und ebensowohl durch Schmidts Beobachtung und Argumentation, als auch durch diejenige Anderer sehr wahrscheinlich gemacht worden ist. — Schmidt beschlofs sein reiches, vornehmlich der Beobachtung des Mondes gewidmetes Leben am 7. Februar 1884 zu Athen im Alter von 59 Jahren.

---

39) Andrees Handatlas, 2. Auflage, 1887, Karte 49, Mafsstab 1 : 1500000.
40) Ebendaselbst, Karte 61, Mafsstab 1 : 1750000.
41) Schmidt „Charte der Gebirge des Mondes" 1878, S. X.
42) Ibidem S. 97.

Die hier besprochenen hervorragenden Arbeiten des deutschen Dreigestirns auf selenographischem Gebiete: Lohrmann, Mädler, Schmidt haben Anregung nach allen Seiten hin verbreitet, besonders in England, wo im Jahre 1864 die British Association eine Kommission zur Erforschung der physischen Beschaffenheit der Mondoberfläche und zur Feststellung der besten Methode für eine möglichst detaillirte Zeichnung derselben ernannte, deren Sekretär der verdiente und schriftstellerisch sehr thätige Mondbeobachter Birt gewesen, von welchem später auch die Selenographical Society zur Förderung des Mondstudiums gegründet wurde. Von dieser Kommission wurde alsbald eine grofse Mondkarte im Durchmesser von 100 engl. Zoll (2.540 m) in Angriff genommen, welches Werk aber seit 1869, wo das erwähnte Comité nicht wieder ernannt worden, nur langsam fortschreitet. Bis zu genanntem Jahre waren blofs 3 Sektionen zu je 5^0 im Quadrat von 1600 solchen beabsichtigten Sektionen, in welche die ganze Karte behufs leichterer Bewältigung durch verschiedene Beobachter aufgetheilt wurde, erschienen. Dagegen sind die indirekten Früchte jener Bestrebungen, welche sich in der Heranbildung einer englischen selenographischen Schule offenbarten, besonders hervorzuheben, und hauptsächlich zwei englische Werke über den Mond zu nennen, welche in den Jahren 1874 und 1876 an die Oeffentlichkeit traten, und deren jedes in seiner Art vorzüglich ist. Das erste hat den Titel: Nasmyth J. und Carpenter J. „The Moon considered as a planet, a world and a satellite“ 1874; das zweite: Neison E. „The Moon and the condition and configurations of its surface“ 1876. Beide sind von dem eifrigen Mondforscher Klein in Köln ins Deutsche übertragen worden.[43])

Das Werk von Nasmyth und Carpenter zeichnet sich durch seine bestechend schönen, plastischen Abbildungen von 12 Mondlandschaften aus, welche aber leider nicht direkt nach der Natur aufgenommen wurden, sondern Photographien von Modellen sind, die nach Zeichnungen einer 30jährigen, zumeist mit einem 20zölligen Reflektor angestellten Beobachtung der Autoren angefertigt und sodann mittelst Sonnenlicht beleuchtet worden. Würden daher auch die Originale von gröfster Treue sein (dieselben sind nicht mit veröffentlicht), so kann doch die Umsetzung derselben in ein plastisches Modell bei dem mannigfaltigen bestrickenden Detail, das hier geboten wird, Unwahrheiten mit sich bringen, welche den Werth dieser Aufnahmen wieder herab-

[43]) 1. „Der Mond, betrachtet als Planet, Welt und Trabant“ von J. Nasmyth und J. Carpenter 1876. 2. „Der Mond und die Beschaffenheit und Gestaltung seiner Oberfläche“ von E. Neison 1878.

mindern. Immerhin geben diese Bilder die Charakteristik der Mondlandschaften und deren bezaubernden Anblick besser wieder, als dies bis dahin irgend einem Selenographen gelungen ist. Das Werk bringt auch eine Vollmondkarte von 16,6 cm Durchmesser, welche derart entstand, dafs die Beer-Mädlersche Karte auf 6 Fufs vergröfsert, dann das Detail so hineingezeichnet wurde, wie es dem irdischen Beschauer bei einem bestimmten Beleuchtungswinkel der Mondobjekte erscheint, um schliefslich das Ganze in dem angeführten verkleinerten Mafsstabe zu photographiren. Sie ist ebenfalls vorzüglich und wesentlich für den Laien bestimmt, dem es im Anfange stets Schwierigkeiten bereitet, die nach Lehmannscher Strichmanier gezeichneten Mondkarten richtig zu interpretiren. In seiner populären Form wendet sich das Buch, welches sehr eingehend den Vulkanismus des Mondes vertritt, mehr an das grofse Publikum als an den Fachmann, thut dies aber in gründlicher und angenehm lesbarer Weise.

Das Neisonsche Buch hingegen spricht in erster Linie zum Fachmann, fufst hauptsächlich auf der Beer-Mädlerschen Erforschung des Mondes, sucht aber dieselbe streng prüfend zu ergänzen und zu verbessern. Es vertritt an der Hand von selbstständigen Untersuchungen, welche Neison an anderem Orte[44]) gegeben, namentlich den Standpunkt, dafs der Mond noch eine merkliche Atmosphäre besitzt, welche, obwohl sie nur die Dichtigkeit von 1/400 — 1/300 unserer Erdatmosphäre hat, hinreicht, um die Bildungen der Mondoberfläche zu beeinflussen und zu verändern. Der dem Werke beigegebene Atlas in Oktavform enthält eine Mondkarte in 22 Sektionen mit einem Durchmesser von 61.0 cm, welche nach Lehmanns Schraffirmethode gezeichnet ist und gegen Beer und Mädlers Karte mehrere tausend neue Objekte aufweist, einschliefslich vieler neuer Rillen, welche dem Schmidtschen Kataloge entnommen worden. Der relativ kleine Mafsstab dieser Karte läfst die Schraffirung der Berge nicht zu ausreichender Charakteristik kommen, und insofern steht dieselbe hinter der Lohrmannschen und Mädlerschen Karte zurück. Auch nimmt sie auf die Mondfarbe nicht Rücksicht und fungirt mehr als Orientirungskarte, denn als treues Abbild des Mondes. Neisons Karte beruht unter Anderem auf dessen achtjährigen, unausgesetzten selenographischen Beobachtungen, welche derselbe zumeist mit einem sechszölligen Aequatoreal ausführte, darunter auf nahezu 400 neuen Messungen der Lage von Punkten erster Ordnung und über 200 Messungen

[44]) Monthly Notices Vol. XXXIV, p. 15.

von fast 100 Punkten zweiter Ordnung, aufserdem auf vielen Gröfsen- und Höhen-Messungen der einzelnen Objekte. Der Atlas enthält ferner eine Uebersichtskarte des Vollmondes, 5 Spezialkarten in Farbendruck, deren plastische Treue jedoch zu wünschen übrig läfst, und drei weitere in Strichmanier mit vielfachem Detail. Der begleitende Text im Hauptwerke, welcher alles Bekannte auf dem Gebiete der Mondbeschreibung kritisch umfafst, zeichnet sich durch prägnante Kürze und Klarheit aus.

Noch möge gedacht werden einer in letzter Zeit unter Leitung Flammarions in Paris von Gaudibert entworfenen Vollmondkarte mit einem Durchmesser von 64 cm (1 mm = 5433 m = 3''.1) welche die Mondformationen ähnlich wie Nasmyth und Carpenter und früher Mayer und Hevelius mit kurzem Schattenwurfe (nach Osten) darstellt, sehr fleifsig gearbeitet ist und an ihrem Rande ein Verzeichnifs von 515 Mondbergen mit deren Höhen in Metern anführt. Sie giebt ein gutes, plastisches Bild vom Monde und dürfte Laien wie Astronomen zur schnellen Orientirung auf unserem Trabanten von Nutzen sein.

Fragen wir zum Schlusse dieser Uebersicht, in welcher Weise die Darstellung des Mondes durch Zeichnung weiter fortschreiten soll, so kann die Antwort kurz dahin präzisirt werden, dafs das Hauptaugenmerk nicht auf die Quantität, sondern auf die Qualität des Dargestellten zu richten ist, um ein möglichst treues Dokument für die Zukunft zu schaffen. Von diesem Gesichtspunkte aus kann auch mit kleineren Instrumenten Brauchbares geleistet werden. Neison spricht darüber sehr treffend[45]: „Mit Teleskopen von 3 bis 5 Zoll Oeffnung können bei richtigem Gebrauche Arbeiten von höchstem selenographischen Werthe erhalten werden, und genügen jene Instrumente vollkommen, die Mondoberfläche in einer Weise darzustellen und zu zeichnen, welche bisher weder in Hinsicht der Genauigkeit noch der Vollständigkeit erreicht worden ist. Auch für die weniger durchforschten Theile der Selenographie, nämlich die Positions- und Dimensions-Bestimmungen der Mondformationen sind Teleskope mit einer Oeffnung von 3 bis 5 Zoll vollständig geeignet.“ Natürlich ist von gröfseren Instrumenten ein zahlreicheres Detail zu erwarten, das aber auch schwerer zu bewältigen ist. Objekte dagegen an der Grenze der Sichtbarkeit eines Fernrohres mit Hartnäckigkeit zu verfolgen und zu diskutiren, ist fast so viel wie Zeitverschwendung, weil die Entscheidung durch Anwendung eines kraftvolleren Instrumentes mit einem Schlage zu treffen ist.

[45]) Neison „Der Mond“ 1878, S. VIII.

Durch das aufmerksamste Detailstudium der Mondoberfläche innerhalb des Bereiches des betreffenden Instrumentes, verbunden mit exakter und zuverlässiger Messung, soll also der weitere Aufbau der Selenographie erfolgen, da ein solches die werthvollsten Aufschlüsse über gewisse Entwicklungsphasen der Weltkörper zu geben vermag.

In Deutschland ist es vornehmlich H. J. Klein in Köln, der sich diese Richtung bei einer mehr als 20jährigen Mondbeobachtung gewählt hat, und welcher für einzelne Objekte gleichsam Ephemeriden vorbereitet, die alle Tage des Mondalters umfassen sollen. Der Eifer und die Umsicht desselben sind unter Anderem durch die Entdeckung (19. Mai 1877) einer Neubildung auf dem Monde und zwar einer ausgedehnten Kratergrube westlich von Hyginus belohnt worden, für deren Thatsächlichkeit als gewichtigste Richter Schmidt und Neison eintreten.

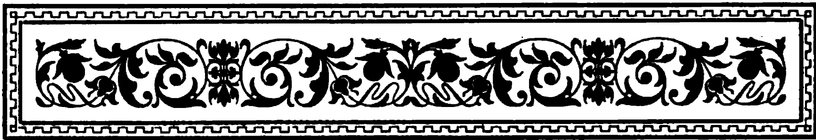
Seit Beginn des Jahres 1884 habe auch ich mich entschlossen, der Detaildarstellung des Mondes einen Theil meiner disponiblen Zeit an der Prager Sternwarte zu widmen, da mich die bisherigen plastischen Zeichnungen des Mondes — abgesehen von jenen des Nasmyth-Carpenterschen Werkes, welche jedoch nicht unmittelbar nach der Natur aufgenommen sind, und allenfalls den 15 Trouvelotschen Abbildungen in den „Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College“ Vol. VIII, welch' letztere aber von Manirirtheit nicht frei sind und die Gebilde so darstellen, als wären sie aus Teig geformt — nicht befriedigten. Gestützt auf meine langjährige Uebung im astronomischen Zeichnen, fafste ich den Gedanken, nur Objekte an der Beleuchtungsgrenze, wo die Kontraste von Licht und Schatten die wunderbarsten Effekte erzeugen und das Bild klar und deutlich zum Beschauer spricht, mit der gröfsten plastischen Treue und Feinheit darzustellen, welches Vorhaben insofern nicht überflüssig erscheint, als die Photographie noch lange nicht so weit ist, das dem Auge des Astronomen sich darbietende Detail ohne Anwendung von imaginären Rieseninstrumenten wiederzugeben. Auch wird die Photographie über einen Punkt nicht hinauskommen und der wirklich guten Zeichnung von Monddetails nachstehen, nämlich hinsichtlich der Richtigkeit der relativen Nuanzirung solcher Details von lebhafter Kontrastwirkung, da die photographische Platte bei bestimmter Expositionszeit nur für gewisse Lichtintensitäten abgestimmt ist und hellere Partieen überexponirt, dunklere unterexponirt darstellt. Eine Reihe von 16 Mondkratern und Mondlandschaften ist bereits unter dem Titel: „Astronomische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag

im Jahre 1884, enthaltend Originalzeichnungen des Mondes" 1886 auf heliographischem Wege erschienen. Acht derselben sind diesem Hefte beigegeben und stellen die folgenden Partieen dar: 1. Mare Crisium, 2. Sinus Jridum, 3. Theophilus, Cyrillus, 4. Gassendi, 5. Colombo, Magelhaens, 6. Tycho, 7. Fracastor und 8. Archimedes, wobei die Bilder mit dem Schattenwurfe nach rechts (im umkehrenden Fernrohr) dem Sonnenaufgang am Monde, jene mit dem Schattenwurfe nach links dem Sonnenuntergange angehören. Bis zum August 1884 wurde beim Zeichnen ein Fraunhofersches Fernrohr von 3.6 Zoll (97.6 mm) Oeffnung mit 160facher Vergröfserung, später ein Steinheilsches Aequatoreal von 6 Zoll (162.6 mm) Oeffnung mit 139facher Vergröfserung verwendet. Die Zahl dieser Abbildungen ist bis Ende 1888 auf 48 angewachsen, von denen somit 32 noch der Publikation harren, die jedoch in kurzer Frist erfolgen wird.

Wünschenswerth erscheint es, dafs viele Beobachter sich dem Detailstudium des Mondes zuwenden möchten — im Sinne der Worte Mädlers[46]): „Es wird der Selenographie ergehen, wie es der Geographie seit Jahrtausenden ergangen ist und noch heut ergeht, nur mit dem Unterschiede, dafs diese sich vom Besonderen und Lokalen zum Allgemeinen erhebt, jene den umgekehrten Weg einschlägt."

[46]) Beer und Mädler „Der Mond" 1837, S. VII.





Die norwegische Nordmeer-Expedition.

Von Prof. Dr. **H. Mohn**,

Direktor des Norwegischen Meteorologischen Instituts in Christiania.[1])

(Fortsetzung.)

Am nächsten Tag Sturm, der uns wieder festhielt; aber tags darauf kam die Stunde der Erlösung. Am 3. August, Abends 7 Uhr, waren wir wieder auf der Arbeitsstation, nördlich von Beeren-Eiland. Am 5. August hatte die Expedition Spitzbergens Südcap erreicht. Hier gingen wir südlich um das Vorgebirge und die vor ihm liegenden kleinen, flachen Inseln herum, ein kleines Stück in den Storfjord hinein, so dafs wir bei dieser Gelegenheit die zackigen Gebirge des südlichen Spitzberges und einige von den weit in das Meer hineinschiefsenden Gletschern zu sehen bekamen. Nachdem wir hier auf einer Station magnetische Beobachtungen, Lothungen und Schleppnetzarbeiten ausgeführt hatten, gingen wir wieder westlich, um einen Querschnitt vom Südcap nach dem Grönlandeis aufzunehmen. Am 7. Nachmittags wurde im Nordwesten Eis gesehen. Es war aber nicht die Eisgrenze. Wir segelten südlich um das Eis herum und verloren es bald aus den Augen. Abends passirten wir den Meridian von Greenwich und lotheten auf unserer 350. Station eine Tiefe von 1686 Faden (3083 Meter). Wir waren in der Polarströmung. Das Travelnetz wurde 20 Minuten nach Mitternacht ausgeworfen und sank bis 4 Uhr 20 Minuten. Das Hereinholen begann um 6 Uhr 50 Minuten. Alles ging gut. Ein wiederholter Ruck in dem Accumulator zeigt an, dafs der Traveler in den Boden eingreift, Proben aufnimmt und weiter geht. Aber allmählich geht das Hereinholen langsamer und langsamer. Es fängt an, bedenklich zu werden. Das Travelnetz ist offenbar ungewöhnlich schwer. Es ist schon 10 Uhr. Ein Spleifs[2]) des Travelnetztaus hat den Accumulatorblock passirt, ist glücklich auf den Cylinder gekommen und hat bereits drei Umgänge auf diesem gemacht. Da entsteht ein Ruck,

---

[1]) Aus dem norwegischen Original-Manuskripte übersetzt von F. S. Archenhold und revidirt vom Verfasser.

[2]) Eine Tauverbindung ohne Knoten.

der das ganze Schiff erschüttert. Die, welche unter Deck safsen, ahnten etwas Schlimmes und die das Hereinholen mit den Augen verfolgt hatten, sahen das Tau an der Stelle des Spleifses zerreifsen, in den Rillen des Cylinders sich umwälzen und das Ende des Taus aus dem Accumulatorblock heraus in die Tiefe des Meeres fahren. Dies war das Werk weniger Sekunden. Glücklicherweise hatte Niemand so auf Deck gestanden, dafs er von dem herausfahrenden Tau gefafst werden konnte. Es glitt auch nicht so schnell von dem Cylinder ab, dafs die Maschinen nicht hätten gestoppt werden können, ehe die Kraft von dem Cylinder genommen war. Mit dem über Bord fahrenden Tauende gingen 3900 Meter Tau, ein Travelnetz, mehrere eiserne Lothe, alle Thiere, die in dem Netz waren, und 10 Stunden anstrengender Arbeit verloren. Wir waren um so mehr betroffen, als ein solches Unglück uns nur selten heimgesucht hatte. Ein Trost war es, dafs wir unsere Reserven hatten. Sofort wurden die Leute angehalten, ein neues Tau zusammenzufügen und ein neues Travelnetz anzufertigen, wozu glücklicherweise in Hammerfest ein Querbaum eingekauft und Eisengänge geschmiedet waren. Alle diese Vorbereitungen nahmen viel Zeit in Anspruch, so dafs nicht die Rede davon sein konnte, so lange auf derselben Station zu verweilen. Wir beschlossen daher, weiter zu gehen. Was war aber geschehen, während unsere Aufmerksamkeit auf das unglückliche Travelnetz gerichtet war, das sich entweder in den unreinen Boden festgekeilt oder mit Steinen angefüllt hatte? Gegen Westen Eis, gegen Norden Eis, gegen Osten auch Eis. Wo das Travelnetz war, mufsten wir auch sein, so lange es am Tau hing und mit einem Travelnetz am Boden in einer Tiefe von 3080 Meter und 6000 Meter Tau über Bord, segelt man nicht weit. So war das Eis näher gekommen und hatte uns umringt, ohne jedoch eine undurchdringliche Mauer zu bilden oder uns sonstige Ungelegenheiten zu bereiten. Aber mit unserer Weiterfahrt nach Westen war es vorbei; wir hatten die Eisgrenze erreicht. Das Wetter war schön, die See ging ruhig und ehe wir weitersegelten, wurde eine Deviationsprobe und Declinationsbeobachtung gemacht, indem die Sonne und der Kompass in allen 16 Strichlagen beobachtet wurde. Wir wollten nördlich der Eisgrenze entlang, aber zunächst galt es, überhaupt aus dem Eise zu kommen. Wir steuerten nordöstlich und fanden alsbald ohne weitere Schwierigkeit unter einigen Kursabweichungen aus dem Treibeise heraus. Unser Lotse safs beständig im Mast, um die beste Rinne für uns auszuspähen. Hier hatte man Gelegenheit, die Formen des Grönlandeises eingehend zu studiren. Während des ganzen Tages hatten wir das

herrlichste, klarste Wetter, so dafs die Fahrt im Eise ein Genufs war, — anders wäre es gewesen, wenn wir Nebel gehabt hätten. Nachmittags kamen wir glücklich aus dem Eise heraus und steuerten nunmehr nördlich und nordwestlich, um so weit als möglich gegen Westen vorzudringen. Am folgenden Morgen um 4 Uhr hatten wir den nächsten Querschnitt unweit des 78. Breitegrades erreicht und zählten 9 Minuten westliche Länge von Greenwich. Die Tiefe betrug 1640 Faden (3000 Meter). Die Temperaturreihe ergab, dafs wir mitten im Polarstrom waren. Wir segelten jetzt wieder ostwärts. Um 1 Uhr Nachmittags wurden, noch immer im Polarstrom, 1686 Faden (3083 Meter) gelothet. Um $7^1/_2$ Uhr Abends waren wir auf 5 Grad östlicher Länge. Das Loth ergab 1333 Faden (2438 Meter), eine Zahl, die uns durch ihre Kleinheit in Erstaunen setzte. Wir hatten mindestens 3000 Meter erwartet; die geringere Tiefe war besonders für die Zoologen eine Enttäuschung, die jetzt, nachdem das neue Travelnetz fertiggestellt war, auf Ersatz für das in 3080 Meter Tiefe Verlorene gehofft hatten. 2438 Meter war freilich noch eine ganz anständige Tiefe, zumal hier das Wasser ebenso kalt am Boden war wie früher. Eine neue Temperaturreihe zeigte, dafs wir in den warmen Strom gekommen waren. Erst in 680 Meter Tiefe wurde Null Grad gemessen; oberhalb bis zu 200 Meter Tiefe hatte das Wasser weniger als einen Grad Wärme, so dafs die Grenze zwischen dem kalten und warmen Strom nicht weit westwärts liegen konnte.

Um $10^1/_2$ Uhr Abends wurde das neue Travelnetz unter den besten Wünschen für eine glückliche Fahrt über Bord gelassen. Um 4 Uhr Morgens fing man an, es hereinzuholen. Mit gespannter Aufmerksamkeit folgte das Auge des wachthabenden Officiers den Bewegungen des Accumulators. Dieser dehnt sich allmählich mehr und mehr aus; schon wieder drückt eine ungewöhnlich grofse Kraft auf das Tau. Die Kautschuckstränge des Accumulators weiten sich bis zu ihrer dreifachen Länge, der Block ist ganz unten auf der Lothungsbrücke; wird das Tau wieder zerreifsen? Ist der Boden wieder so gefährlich rauh? Plötzlich fängt der Accumulator an ohne Ungestüm sich wieder zusammenzuziehen. Der Traveler hat den Boden losgelassen und das Einholen vollzieht sich ohne jeden Zwischenfall. Um $^1/_2$10 Uhr war das Travelnetz hereingekommen. Nun zeigte es sich, was vorgefallen war. Der 20 Centimeter dicke Querbaum war in der Mitte durchgebrochen und in dem Netz lagen mehrere grofse Steine, wovon einer, ein Marmorblock, so schwer war, dafs ein starker Mann ihn kaum heben konnte. Sonst war das Travelnetz unbeschädigt und ver-

schaffte den Zoologen eine willkommene Ausbeute von Thieren aus eiskalter Tiefe, worunter auch einige Fische waren.

Wir segelten weiter ostwärts und näherten uns dem Theile des Meeres, wo die schwedische Expedition auf „Sofia" unter Nordenskiöld und von Otter im Jahre 1868 Tiefseemessungen vorgenommen hatte. Die schwedische Expedition hatte westlich und nördlich von Spitzbergen viele Lothungen ausgeführt und zwar an Stellen, die wir mit „Vöringen" nicht erreichen konnten, theils wegen des vorgelagerten Eises, theils wegen ihrer hohen nördlichen Breite. Es war deshalb für uns von höchstem Interesse, einen Anknüpfungspunkt und Vergleich zwischen den Lothungen der Schweden und den unsrigen zu erhalten. Freilich waren die Tiefmefsapparate 1868 noch nicht so vollkommen wie die von uns benutzten. Nach der Extrapolation aus den schwedischen Lothungen hätten wir auf unserer letzten Station eine Tiefe von 1500 Faden (3000 Meter) erwarten können, wir hatten aber nur 1333 Faden (2438 Meter) gefunden. Deshalb fingen wir mit nicht geringer Spannung auf der nächsten Station die Lothung an. Diese lag nur 2 Seemeilen östlich von der entsprechenden schwedischen Station. Da wir eine gröfsere Tiefe als 2000 Meter erwarteten, benutzten wir die Baillie-Maschine. Es wurden die ersten 200 Faden von der Maschine abgewickelt, dann losgelassen und die Lothleine lief frei von der Rolle. Während die Marke für jede 100 Faden ins Wasser lief, wurde die Zeit notirt. Als die 1000 Faden-Marke ins Wasser ging, waren 10 Minuten nach den Kommandoworten „Laufen lassen" verstrichen. Die Spannung steigt, 1100 Faden, 1200 Faden laufen aus; ein Gefühl der Freude und Erleichterung dämmert in uns auf. 1300 Faden gehen ins Meer. Nun gilts. Die schwedische Lothung hatte 1350 Faden (2469 Meter) ergeben. Die Leine läuft immer noch. Plötzlich wird gerufen „Grund". Eine vorläufige Rechnung ergiebt 1347 Faden (2464 Meter.) Die Leine ruht auf dem Spill. Das Hereinholen fängt an, die Anzahl der Faden von der letzten 100 Faden-Marke an werden genau ausgemessen. Das Resultat ist 1343 Faden (2456 Meter), also nur 7 Faden (13 Meter) von der schwedischen Lothung verschieden und der Unterschied geht nach der richtigen Seite; wir waren östlicher, also näher an Spitzbergen und mufsten deshalb auch eine geringere Tiefe finden. Die Freude über diese Uebereinstimmung fand ihren beredten Ausdruck in einem vielstimmigen Hurrah für die Schweden, Hurrah für Nordenskiöld, Hurrah für von Otter, die von Vöringens Deck aus weit über das stille Eismeer hinausklangen.

Die Fahrt wurde fortgesetzt bis wir die Mündung vom Eisfjord

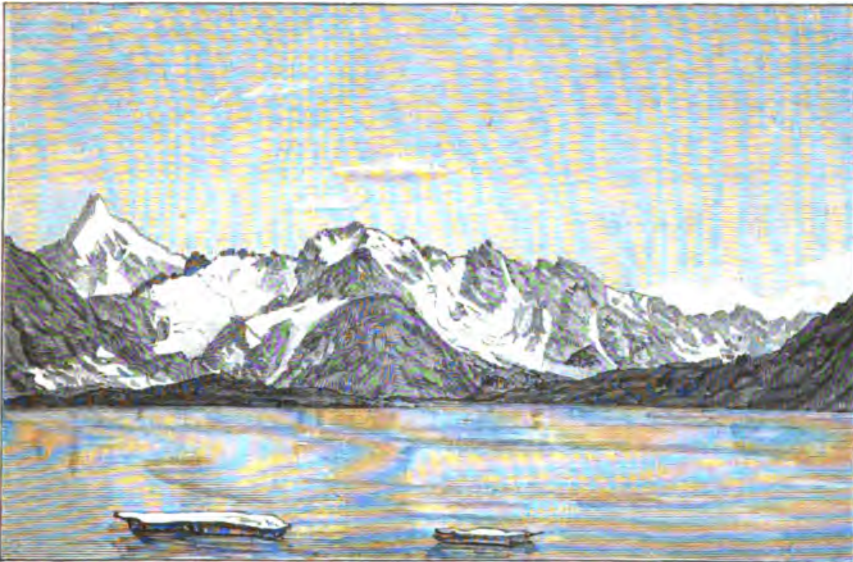
(Spitzbergen) hinter uns hatten, alsdann gingen wir westlich bis das Thermometer am Meeresgrund Kältegrade zeigte und darauf unter starkem Gegenwind und Seegang nordwärts, bis der 80. Breitegrad passirt war. Hier zeigten sich ab und zu einzelne Eisstücke; wir näherten uns also der Eisgrenze. Unser Endpunkt war erreicht. Aber die Frage — wie und wo endigt der warme atlantische Meeresstrom, dem wir nun im dritten Jahre von der Nordsee, den Faröern und Island aus gefolgt waren, dessen Tiefe, Temperatur und Fauna von uns untersucht waren, — zu beantworten, war uns nicht beschieden. Dies war für mich eine grofse Enttäuschung. Meine Blicke waren unverwandt gegen Norden, die Gegend gerichtet, wohin die Strömung ging und woher das Eis kam, bis ich mir endlich klar darüber wurde, dafs mit unsern Mitteln nicht daran zu denken war, den warmen Strom weiter zu verfolgen. Es war offenbar, dafs der Strom sich unter dem Polareis fortsetzte und dafs dieses auf dem Rücken des warmen Stromes allmählich abschmolz, ebenso wie die Gletscher im Thal durch die Sommerwärme ihren Abschlufs finden.

Hier auf dem 80. Breitengrade waren die Verhältnisse offenbar ganz andere wie auf der westlichen Grenze des warmen Stromes in der Richtung gegen den grönländischen Polarstrom. Auf dem letzteren war überall, wo wir Gelegenheit zu Beobachtungen fanden, ein breiter offener Gürtel von einer Tagesreise zwischen der Grenze des Polarstromes und des Eises. Hier im Norden dagegen kam das Eis in grofsen Massen auf dem Rücken des warmen Stromes einhergeflossen, getrieben von demselben anhaltenden Nordwind, der uns in den letzten Tagen zurückgehalten hatte. Dort war der Polarstrom ohne Eis und hier der warme atlantische Strom mit Eis. Wir konnten nicht daran denken, mit „Vöringen“ einen Versuch des Vordringens ins Eis zu machen, um unsere Untersuchungen fortzusetzen. Zu einer Fahrt im Polareis mufs ein Fahrzeug besonders gebaut sein. Wir durften uns nicht der Gefahr aussetzen, das Schiff zu beschädigen oder die Schraubenflügel durch die umherschwimmenden Eisstücke zu verlieren, da wir noch einen grofsen Theil Arbeit bei Spitzbergen vor uns hatten. Es lag auch aufserhalb unseres Planes, nördlich vom 80. Breitengrade Untersuchungen anzustellen. Wir hatten ihn erreicht und nachgewiesen, dafs der grofse warme Strom, der in dem tropischen atlantischen Meer seinen Ursprung hat, bis zum nördlichsten Punkt von Westspitzbergen seine Wärme behält und hier noch in einer Tiefe von 800 Meter Wärmegrade aufweist. Mit diesem Resultat konnten wir zufrieden sein. Noch ein Blick der Sehnsucht nach der Gegend, die

zu erreichen uns nicht vergönnt war, und der Kurs wurde gegen Osten, gegen Spitzbergen genommen. Wir segelten, zuerst unter Nebel und später in der herrlichsten arktischen Abendbeleuchtung, dann und wann Lothungen und Schleppnetzarbeiten ausführend, zu den norwegischen Inseln an der Nordseite von Westspitzbergen.

Am 15. August lag die Expedition zwischen den norwegischen Inseln.

Hier trafen wir mehrere norwegische Fahrzeuge, die die Dorschfischerei betrieben, unter denen die in der arktischen Entdeckungs-



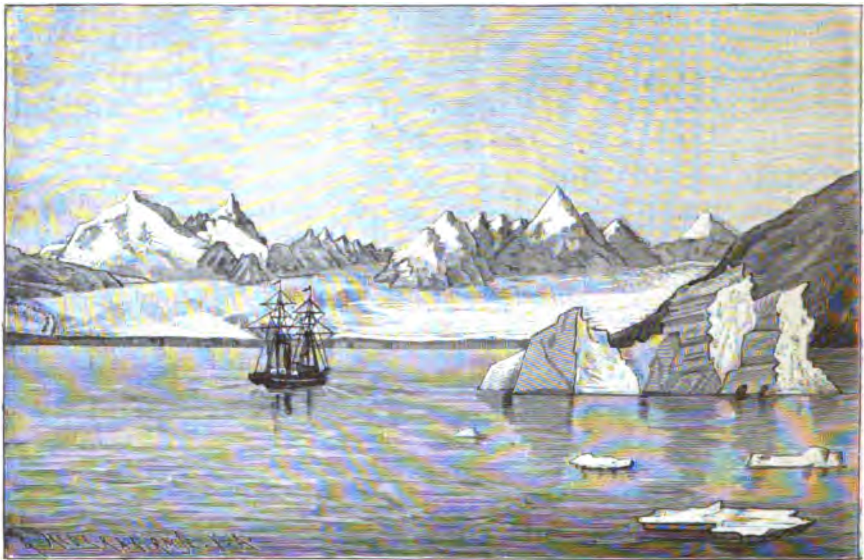
Alpenlandschaft aus Nordwest-Spitzbergen.

Geschichte bekannte Schlupe „Isbjörn". Der Eisgang war lästig in dem Sund, in dem wir lagen. Im Boot wurden mehrere interessante Excursionen gemacht, auf denen wir manche der sehenswerthen Gletscher- und Alpenlandschaften von Nordspitzbergen zu sehen bekamen.

Am 16. August Nachmittags wurde der Anker gelichtet, aufs offene Meer hinausgefahren, gelothet und mit dem Schleppnetz gearbeitet. Hierauf dampften wir in den Smeerenberg-Sund hinein, dessen Gletscher sich prächtig ausnahmen, besonders die, welche am Ende der Meerenge von South Gat lagen. Hier sahen wir auch den gröfsten Eisberg unserer ganzen Fahrt. Durch South Gat segelten wir nach der von Beechy und Franklin im Jahre 1818 aufgenommenen Karte und steuerten hierauf in die interessante Magdalena-

Bay hinein, wo wir den folgenden Tag zubrachten. Die arktischen Schönheiten dieser Bucht, mit ihren zahlreichen Gletschern, sind sowohl von französischen als auch schwedischen Expeditionen beschrieben und gezeichnet worden. Hier fanden wir Gelegenheit, zu sehen, wie die Gletscher kalberten*), und in der Tiefe der Bucht die niedrigste Meerestemperatur unserer ganzen Reise — 2° C. zu messen, an einigen Stellen ein reiches arktisches Thierleben vorzufinden und verschiedene Arten von Seehunden zu schiefsen.

Nachdem wir draufsen auf den Bänken mit dem Loth und Schlepp-



Smeerenberg-Sund, Spitzbergen.

netz genügend gearbeitet hatten, gingen wir am 18. August in den Eisfjord hinein und ankerten in der Advent-Bay. Hier blieben wir wir bis zum 22. Es wurde eine genaue Karte von diesem Fjordarm auf genommen, durch Breiten-, Längen- und Azimuthbestimmungen, Grundlinie, Dreieck und Loth. Es wurden in mehreren Jagdpartieen Exkursionen ins Landinnere gemacht und Rennthiere und Schneehühner geschossen. Die Nordseite und Südseite des Eisfjords zeigten einen merkwürdigen Kontrast. Die erstere war vollständig vergletschert, so dafs es an mehreren Stellen unmöglich war, einen Uebergang vom Gletscher zum Meeresspiegel zu bemerken; die letztere hingegen ein nacktes Tafel-

*) Kalbern = Eisstücke abstofsen.

land, besät mit Stücken von Steinkohlen, die von den hoch oben von der Gebirgsseite ausgehenden Flötzen herrührten.

Unser Wunsch, auch Belsund zu besuchen, blieb wegen Nebel unerfüllt. Auf unserer Fahrt gegen Süden sahen wir einen Schimmer vom Südcap. Um Mitternacht, d. 23.—24. August, beobachteten wir unsere letzte Temperaturreihe, südlich von Spitzbergen. Am 26. und 27. war die Expedition in Tromsö, am 4. September in Bergen und am 10. in Christiania.

(Schlufs folgt.)





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

IX. Die Schwerkraft und das dritte Keplersche Gesetz.

Nachdem Kepler gefunden hatte, dafs, einmal die Bewegung der Erde um die Sonne vorausgesetzt, es sich mit der absoluten Sicherheit des Feldmessers nachweisen liefs, dafs die Sonne dann auch im Brennpunkte aller übrigen Planetenbewegungen steht und folglich von ihr eine gemeinsame, weltregierende Kraft ausgehen müsse, und nachdem ferner Galilei die allgemeinen Prinzipien der Schwerkraft unter irdischen Bedingungen festgestellt hatte, lag es offenbar nahe, zu fragen, ob diese von der Erde so allgemein und mit so unerschütterlicher Konstanz ausstrahlende Kraft vielleicht auch zur Erklärung der himmlischen Bewegungen herangezogen werden könne. Bekanntlich war es Newton, welcher zuerst diese Frage aufwarf und rechnerisch mit glänzendem Erfolge verfocht. Wir wollen hier nicht im Speziellen der historischen Entwickelung dieser Untersuchungen folgen, sondern nur in möglichster Kürze, welche uns der Raummangel leider unerbittlich auferlegt, die logische Schlufsreihe darstellen, welche zur Entdeckung der universellen Wirksamkeit der Schwerkraft führen mufste.

Zunächst mag es dem unvorbereiteten Leser seltsam und undenkbar erscheinen, dafs diese Schwerkraft, welche hier auf der Erde alle Körper zum Boden herabzieht und sie hier träge und schwerfällig festhält, dort am Himmel die lebendigen, ewigen Bewegungen des Kreislaufs der Gestirne hervorbringen solle. Wenn die Planeten wirklich gegen die Sonne schwer sind, so sagt sich der einfache Menschenverstand, so

müssen sie doch, wie jeder Stein, den man bei uns frei läfst, auf die Erde fällt — eben nothwendig in die Sonne stürzen. Das geschieht nicht, folglich kann es nicht die Schwerkraft sein, welche diese Kreisbewegungen (denn als solche können und müssen wir der Einfachheit wegen im Folgenden die sehr schwach elliptischen Bewegungen der Planeten auffassen) erzeugt. So einfach und deshalb fraglos richtig dieser Schlufs erscheint, so leicht glaube ich bei nur einigermafsen tieferem Eindringen in die interessante Frage zeigen zu können, dafs der naive Menschenverstand auch diesmal recht trügerisch war.

Ueberall auf der Erde nehmen wir wahr, dafs die Schwerkraft unter allen Umständen ihren Tribut verlangt; das heifst jeder freifallende Körper durchläuft in jeder Lage in der ersten Sekunde eine Strecke von 4.89 m infolge der Schwerkraft. Wenn wir demnach einen Körper fallen lassen, so befindet er sich nach Ablauf der ersten Sekunde um 4.89 m tiefer als vordem. Ferner: Wenn wir einen Körper derart in den Raum hinaus schleudern, dafs er beispielsweise in gerader Linie aufsteigen und in dieser nach Ablauf der ersten Sekunde sich um 50 m über die horizontale Richtung erhoben haben müfste, so werden wir in der That konstatiren, dafs der Körper sich dann nur um 50—4.89 m erhoben hat. Schleudert man endlich denselben genau in horizontaler Richtung, so hat er sich nach Ablauf der ersten Sekunde um 4.89 m von derselben nach unten hin entfernt, wie grofs oder wie gering auch seine horizontale Geschwindigkeit gewesen sein mag. Dies sind Thatsachen, an welchen nicht gerüttelt werden kann. Sie sind von höchster Wichtigkeit für den Fortgang unserer Betrachtungen. Wir müssen sie mathematisch genauer präzisiren.

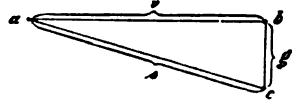


Fig. 1.

In der obigen Figur bedeute v die horizontale Geschwindigkeit, mit welcher ein Körper geschleudert worden ist, das heifst, ein vorher in a befindlich gewesener Körper würde sich, wenn die Schwerkraft nicht auf ihn eingewirkt hätte, nach Ablauf einer Sekunde in b befunden haben. Die Schwerkraft hat ihn aber inzwischen nach c herabgezogen. Der Weg bc bezeichnet also die Fallstrecke in der ersten Sekunde. Wir wollen dieselbe hier g nennen, obgleich schulmässig der doppelte Werth mit diesem Buchstaben bezeichnet zu werden pflegt. Der Körper hat also in der That den Weg ac = s beschrieben. Nach dem pythagoräischen Lehrsatze, welcher beweist, dafs in einem recht-

winkligen Dreiecke die Summe der Quadrate der beiden kürzeren Seiten (Katheten) gleich dem Quadrate der längeren (Hypotenuse) ist, findet man diesen Weg aus den beiden früher genannten Gröfsen durch die bekannte Formel

$$s^2 = v^2 + g^2$$

Machen wir hiervon sogleich einmal eine Anwendung. Gesetzt den Fall, eine Kanone sei in einer Entfernung von 20 m über dem Erdboden so aufgestellt, dafs die Kugel genau in horizontaler Richtung aus dem Rohre fliegen mufs. Die Kugel besitzt eine Geschwindigkeit von 500 m in der Sekunde. Dann ist (abgesehen natürlich von den Störungen, welche durch unsere atmosphärische Luft hervorgerufen werden) der mit sich selbst multiplizirte Weg, welchen die Kugel in Wirklichkeit durchlaufen hat

$$s^2 = 500 \times 500 + 4.89 \times 4.89 = 250023.91$$

Der Weg selbst s ergiebt sich daraus gleich 500 . 02 m. Er wird also nur um ein sehr Geringes gegen v verlängert.

Aber eine andere seltsame Erscheinung würde sich hier zeigen, wenn wir das Experiment mit aller gewünschten Präzision ausführen könnten. Die Kugel hat sich um die oft erwähnten 4.89 von der Horizontalen entfernt. Da sie sich bei Beginn ihres Fluges 20 m über dem Erdboden befand, so sollte man meinen, sie müfste nun noch genau um 20 — 4.89 = 15.11 m über demselben schweben. Statt dessen würde man dagegen konstatiren, dafs sie um ein Weniges, und zwar um 2 cm höher steht. Hätte dagegen beispielsweise die Geschwindigkeit in der ersten Sekunde 1000 m betragen, so würde sich diese scheinbare Erhöhung auf 8 cm gesteigert haben. Sie wächst dann rapid, so dafs sie bei 10 000 m Geschwindigkeit auf nicht weniger als 7.85 m steigen würde, d. h. die Kugel befände sich unter solchen Umständen 20 — 4.89 + 7.85 = 22.96 m über dem Erdboden. Sie hätte sich also dann trotz der niederdrückenden Schwerkraft und trotzdem sie genau horizontal abgeschossen war, um 2.96 m über den Erdboden erhoben.

Diese scheinbare Unregelmäfsigkeit ist sehr leicht erklärt. Sie ist die unmittelbare Folge der Kugelgestalt der Erde. Wenn wir in der folgenden Figur 2 den Kreisbogen a d als Theil der Erdoberfläche ansehen, und uns in a befinden, so wird doch ein Gegenstand, welchen wir völlig horizontal bis b schleudern, in b ankommend, um eine bestimmte Gröfse x sich von der Oberfläche entfernt haben müssen, weil eben die Erdoberfläche gekrümmt ist. Der Körper befindet sich also, abgesehen von der Wirkung der Schwerkraft, obgleich horizontal

fliegend, bei b entfernter vom Mittelpunkt der Erde, als in a. Hier war sein Abstand gleich dem Erdhalbmesser r; in b ist er gleich r + x. Ist uns nun die Strecke a b bekannt — sie sei gleich v —, so können wir x, die oben für verschiedene Geschwindigkeiten v angegebene Erhebung über die Erdoberfläche aus der wieder unmittelbar durch den pythagoräischen Satz bedingten Formel berechnen

$$r^2 + v^2 = (r + x)^2$$

Diese Formel erlaubt aber, wegen der offenbar sehr geringen Gröfse von x im Vergleich zum Erdradius in den gegenwärtig in Betracht kommenden Fällen, eine wesentliche Vereinfachung. Wenn wir die rechte Seite der Formel ausmultipliziren, erhalten wir bekanntlich

$$r^2 + v^2 = r^2 + x^2 + 2\,r\,x$$

oder, indem wir zu beiden Seiten das gleiche und daher überflüssige r^2 wegstreichen,

$$v^2 = x^2 + 2\,r\,x$$

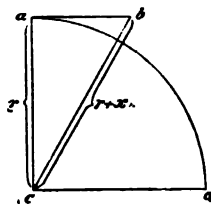


Fig. 2.

Wir wollen einmal für einen uns bekannten Fall die Zahlen in diese Formel einsetzen. Wir hatten vorhin behauptet, dafs, wenn v = 10 000 m ist, x = 7.85 m würde. Dabei ist r, der Erdhalbmesser, gleich 6 370 000 m. Es wird also

$$10\,000 \times 10\,000 = 7.85 \times 7.85 + 15.70 \times 6\,370\,000$$

Wenn wir diese Formel ausrechneten, würden wir nur eine sehr mangelhafte Uebereinstimmung der beiden Seiten finden, weil wir vorhin die Zahl x nicht auf genügend viele Dezimalstellen genau angegeben hatten. Das letzte Glied 15.70 × 6 370 000 verändert sich sofort um nicht weniger wie 63 700, wenn wir die Zahl 15.70 nur um eine einzige Einheit ihrer letzten Stelle vergröfsern. Das vorhergehende Glied 7.85 × 7.85 = 61.7 verschwindet offenbar völlig innerhalb dieser anderen Unsicherheit. Es ist gleichgültig, ob wir es berücksichtigen oder ganz weglassen, so lange es sich um die Bestimmung der kleinen Gröfse x selbst handelt. Wir erkennen daraus, dafs wir in der letzt aufgeschriebenen algebraischen Formel x^2 einfach streichen dürfen, ohne einen merklichen Fehler zu begehen. Dann erhalten wir

$$v^2 = 2\,r\,x$$

oder, wenn wir x finden wollen

$$x = \frac{v^2}{2\,r}$$

Durch diese unvermeidliche Betrachtung streiften wir das Gebiet der höheren mathematischen Analyse, der Differentialrechnung. Die

letztere zeigt, dafs unter den hier in Betracht kommenden Umständen die Streichung jenes Quadrates aus der Formel keine irgendwie merkliche Vernachlässigung, also keine Ungenauigkeit bedeutet. Diesen Beweis mufs ich allerdings an dieser Stelle schuldig bleiben.

Wir kehren zu unserem Versuch mit der horizontal geschleuderten Kugel zurück. Wir sahen, oder können nun sehr leicht aus der zuletzt hingeschriebenen Formel berechnen, dafs sich dieselbe bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 10 000 m in der Sekunde trotz der wirkenden Anziehungskraft um beinahe 3 m über die Erdoberfläche erheben mufs. Wir können nun offenbar auch umgekehrt die Aufgabe sehr leicht lösen, diejenige Anfangsgeschwindigkeit zu finden, welche stattfinden mufs, damit die Kugel nach Ablauf der ersten Sekunde wieder genau ebenso hoch über dem Erdboden schwebt, wie im Augenblicke des Abganges von der Anfangsstation. Dann mufs x offenbar gleich der Fallstrecke in der ersten Sekunde, also 4.89 m sein. Es ist also

$$v^2 = 2\,r\,g = 2 \times 6\,370\,000 \times 4.89 = 62\,290\,000$$

oder, indem man die Quadratwurzel aus dieser letzten Zahl zieht $v = 7891$ m. So geschwind müfste also die Kugel fliegen, damit sie der Schwerkraft gewissermafsen das Gleichgewicht halten könnte. Da sie nun aber nach Ablauf der ersten Sekunde von ihrer Geschwindigkeit nichts verloren hat (weil wir sie uns natürlich im luftleeren Raume denken), so beginnt nun offenbar dasselbe Spiel. Nach der zweiten Sekunde ist die Kugel abermals um 7891 m vorwärts geeilt, dabei um 4.89 m gefallen, während die Erdoberfläche um diese selbe Distanz sich von der geraden Linie abgekrümmt hat. Folglich befindet sich die Kugel auch nach 2 Sekunden wieder ebenso weit von der Erdoberfläche entfernt wie zu Anfang ihres Laufes, und so fort. Die Kugel fällt niemals auf die Erde herab, sondern läuft fortwährend rings um dieselbe herum; sie ist ein Satellit unseres Planeten geworden, ein wirklicher Mond. Könnten wir also eine so grofse Geschwindigkeit erzeugen — unsere Kanonenkugeln fliegen im besten Falle immer noch zehn mal langsamer — so würden wir unserer Erde nach Belieben neue sekundäre Weltkörper schaffen können, welche sie in den festen Banden der Schwerkraft beständig um sich kreisen lassen müfste.

Es ist dadurch der strenge und hoffentlich auch dem mathematischen Laien genügend durchsichtige Beweis geliefert, dafs und wie die Bewegung von Himmelskörpern um einander in der That durch die Schwerkraft erklärt werden könnte. Es fragt sich nur noch, ob in einem bestimmten und bekannten Falle diese Erklärung wirklich

zutrifft. Zur Durchführung dieses Beweises eignet sich offenbar am besten unser Mond. Nach allen Weltansichten bewegt sich derselbe um die Erde, deren Schwerewirkung wenigstens auf ihrer Oberfläche wir genau kennen. Die Frage ist also: Erklärt dieselbe auch den beständigen Umschwung des Mondes um unsern Planeten nach der soeben entwickelten Theorie?

Um diesen Beweis antreten zu können, haben wir jedoch zunächst noch eine andere höchst wichtige Frage zu entscheiden, nämlich die: Wirkt die Schwerkraft in allen Entfernungen von der Erde mit gleicher Kraft, oder nimmt sie wie alle übrigen Wirkungen von Kräften, welche wir sonst auf der Erde kennen, mit der Entfernung ab, endlich, wenn dieses Letztere stattfindet, in welchem Verhältnifs steht diese Abnahme zur Entfernung?

Auch diese Antworten sind leichter gegeben, als man es sich wohl zunächst vorstellen mag. Die Schwerkraft, welche von der kugelförmigen Erde ausstrahlt, ist rings um dieselbe herum genau die gleiche und bleibt durch alle Zeiten völlig konstant. Das ist durch unzählige Experimente zu beweisen. Es geht also von der Erde eine bestimmte, unveränderliche Kraftwirkung aus, ebenso wie von einem leuchtenden Punkte eine bestimmte Lichtmenge ausströmt. Nennen wir diese gesamte, nach allen Punkten ausgestrahlte Schwerewirkung in einer bestimmten Entfernung r, beispielsweise der des Mittelpunktes der Erde von ihrer Oberfläche, hier G, so mufs diese Summe doch offenbar in einer anderen Entfernung 2 r genau dieselbe bleiben, weil es gänzlich unerfindlich wäre, dafs die Gesamtkraft, welche in der Entfernung r überall und stets konstant gefunden wurde, stärker oder schwächer werden könnte, wenn wir uns, ohne irgend welche Verbindung mit dem Schwere ausstrahlenden Körper zu besitzen, blos von ihm entfernen. Es ist dabei keinerlei Einflufs auf ihn ausgeübt, folglich mufs er die gleiche Eigenschaft beibehalten. Die Gesamtwirkung, welche er ringsherum überhaupt ausüben kann, ist also in der doppelten Entfernung nothwendig die gleiche geblieben. Folglich ist aber auch die Arbeit, welche er in allen Punkten der gröfseren Kugelsphäre im ganzen überhaupt zu leisten vermag, dieselbe. Da aber nun die gröfsere Kugelfläche von dem Halbmesser 2 r, wie mathematisch leicht nachzuweisen und wohl allgemein bekannt, nicht 2 sondern 2×2 mal gröfser ist als die der Kugel mit dem Halbmesser r, so mufs die Wirkung, welche auf einen bestimmten Punkt oder eine bestimmte Fläche dieser doppelt so grofsen Kugel ausgeübt wird, nothwendig auch 4 mal kleiner sein, damit eben die Gesamtwirkung auf die Ge-

samtfläche die gleiche bleibt wie vorhin. Da nun eine 3 mal gröfsere Kugel eine 3 × 3 mal gröfsere Oberfläche besitzt und eine 4 mal gröfsere, 4 × 4 mal in der ersteren enthalten ist, und so fort, stets im Quadrat des Halbmessers weiterschreitend, so ist damit logisch erwiesen, dafs die Wirkung der Schwere auf einen bestimmten Punkt im Quadrat seiner Entfernung von dem anziehenden Körper abnimmt. Mit dem Lichte und allen anderen strahlenden Wirkungen verhält es sich genau ebenso, wie das Experiment direkt beweist. Wenn von einem Lichte eine Fläche in einer bestimmten Entfernung mit bestimmter Intensität beleuchtet wird, so wird diese Beleuchtung in der doppelten Entfernung um genau das Vierfache, in der dreifachen um das Neunfache abnehmen u. s. w. Mathematisch drückt sich dieses Gesetz wie folgt aus. Es sei g die oben definirte Fallstrecke eines Körpers in der Entfernung r, und g_1 die für die Entfernung r_1. Dann gilt die Formel:

$$\frac{g}{g_1} = \frac{{r_1}^2}{r^2}$$

Kennen wir also, wie es in der That der Fall ist, das Mafs der Schwerkraft g in der Entfernung r (gleich dem Erdhalbmesser) vom Mittelpunkte der Erde, von welchem ja ersichtlich nach allen Seiten diese Kraft gleichmäfsig ausstrahlt, so können wir auch die Wirkung in einer anderen Entfernung r_1, also beispielsweise der des Mondes ausrechnen.

Um dieses Rechenexempel auszuführen, müssen wir diese Entfernung r_1 selbst genau kennen. In einem der ersten Abschnitte der gegenwärtigen Artikelfolge ist diese Entfernung allerdings nur in roher Annäherung bestimmt worden. Aber durch die trigonometrischen Betrachtungen unserer letzten feldmesserischen Arbeiten am Himmel, welche uns die relativen Entfernungs-Verhältnisse der Planeten und die Form ihrer Bahnen genau ermitteln halfen, wird man die Gewifsheit geschöpft haben, dafs diese Methoden ein ganz vorzügliches Mittel an die Hand geben, die wahre Entfernung des Mondes und auch der anderen Himmelskörper in uns bekannten Mafseinheiten kennen zu lernen. Wir brauchen ja zu diesem Ende nur zwischen zwei Punkten der Erde, deren genaue Entfernung wir ausgemessen haben, eines jener Dreiecke zu bilden, wie es Kepler zu den früher ausgeführten Untersuchungen benutzte. Die beiden Visirlinien nach dem Monde von diesen beiden Standpunkten aus bilden mit der gemessenen Verbindungslinie zwischen denselben Winkel, deren Gröfse jederzeit zu bestimmen ist. Man kennt also durch die Beobachtung drei Stücke

des betreffenden Dreiecks und folglich auch alle übrigen: Eine der Seiten des letzteren ist offenbar gleich der Entfernung des Mondes, welche damit gefunden ist. Sie beträgt 51 800 geographische Meilen oder 384 400 000 m*).

Nach der vorher logisch entwickelten Formel erhalten wir also die Schwerkraft in der Entfernung des Mondes:

$$g_1 = \frac{4.89 \times 6\,370\,000 \times 6\,370\,000}{384\,400\,000 \times 384\,400\,000} = 0.00135$$

Das heifst, ein Körper durchläuft infolge der Anziehungskraft der Erde in der Entfernung des Mondes nur wenig mehr als ein Millimeter, gegen 4.89 m auf der Erdoberfläche. Dies alles ist nothwendige Thatsache.

Es fragt sich nun, ob der Mond in Wirklichkeit in jeder Sekunde um die soeben gefundene Gröfse gegen die Erde hin fällt, oder mit anderen Worten, ob seine Bahn in der Weise gekrümmt ist, dafs er in seinem durchschnittlich beschriebenen Kreise in jeder Sekunde um 0.00135 m von der geraden Linie, die als Tangente an diesen Kreis gezogen ist, abweicht.

Wir haben früher gesehen, dafs man diese Abweichung der geraden Linie vom Kreise (siehe Fig. 1) durch die Formel

$$x = \frac{v^2}{2\,r}$$

finden kann, wo v die Länge der geraden Linie, also der Tangente, bedeutet, deren Entfernung vom Kreise x an ihrem Endpunkte man sucht. Der Halbmesser des Kreises r ist in unserm Falle gleich der Entfernung des Mondes von der Erde. Die Länge v ist aber offenbar (vergl. abermals die Fig. 1) gleich der Strecke, welche der Mond in seiner Bahn im Laufe einer Sekunde zurücklegt, da doch auch die Abweichung x für eine Sekunde gesucht wird. Völlig genau stimmt allerdings diese Definition von v abermals nicht. Sie gilt eigentlich für die Gröfse s in Fig. 1. Wir sahen aber schon vorhin, dafs in diesem Falle eine Verwechselung zwischen v und s durchaus berechtigt ist, da wir für die Erdoberfläche bei einem v von 500 m Länge s nur um 2 cm verschieden fanden. Je gröfser aber r wird, je geringer wird dieser Unterschied werden müssen.

*) Es sind hier überall mit Absicht nur runde Zahlen angegeben, aus denen auch nur angenäherte Werthe der gesuchten Gröfsen zu finden sind. Genaue Zahlen über diese Verhältnisse, welche hier, wegen nothwendiger Weglassung complicirender Details, durch die Rechnung nicht gefunden werden konnten, darf man defshalb in diesem Artikel nicht suchen. Jede beschreibende populäre Astronomie giebt dieselben.

Wie finden wir also nun den Weg v, welchen der Mond in seiner Bahn in einer Sekunde zurücklegt? Die Aufgabe ist wieder sehr leicht zu lösen. Wir dividiren einfach den Umfang der Mondbahn durch die Anzahl von Sekunden, welche unser Trabant gebraucht, um eben diese Bahn zu durchlaufen. Der Umfang jedes Kreises ist aber gleich seinem Durchmesser 2r, multiplizirt mit der bekannten Zahl $\pi = 3.1416$. Der Mond durchläuft, wie die direkte Beobachtung zeigt, seine Bahn in 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten und 11.5 Sekunden oder rund in 2 361 000 Sekunden. Wir wollen diese Zahl u nennen. Wir haben also

$$v = \frac{2\,r\,\pi}{u}; \quad v^2 = \frac{4\,r^2\,\pi^2}{u^2}$$

also, indem wir diese Zahl in die vorhin aufgeschriebene Formel für das gesuchte x einsetzen und die möglichen Kürzungen vornehmen

$$x = \frac{2\,r\,\pi^2}{u^2} = \frac{2 \times 384\,400\,000 \times 3.1416 \times 3.1416}{2\,361\,000 \times 2\,361\,000}$$

Die Ausrechnung ergiebt 0.00136 m, um welche, nach feldmesserisch strenger Methode bestimmt, der Mond in der That per Sekunde gegen die Erde hin von der geraden Fluglinie abweicht, d. h. gegen die Erde hinfällt. Mit grofser Genugthuung sehen wir, dafs diese Zahl mit der vorhin aus dem Gesetze der quadratischen Abnahme der Schwerkraft ermittelten bis auf ein Hunderttheil eines Millimeters übereinstimmt, eine Differenz, die bei Berücksichtigung verschiedener hier nicht vorzubringender Nebenumstände ganz verschwinden würde. Es ist durch diese Uebereinstimmung der strenge Beweis geliefert, dafs der Mond wirklich nur infolge der Schwerkraft seine Bahn um die Erde beschreibt, ganz ebenso wie die Kanonenkugel, die wir durch eine einmal auf sie wirkende Schleuderkraft von bestimmter Gröfse, im Geiste wenigstens, zwangen, über der Oberfläche der Erde beständig als Satellit zu kreisen.

(Schlufs folgt.)





Der achte deutsche Geographentag.

Am 24., 25. und 26. April dieses Jahres versammelten sich in Berlin die Theilnehmer des achten deutschen Geographentages. Der Kongrefs wurde durch den Ehrenpräsidenten Staatsminister Excellenz Dr. von Gofsler mit einer Ansprache eröffnet, in welcher derselbe namentlich auf die veränderte und gewichtige Stellung hinwies, welche die Geographie im preufsischen Unterrichtswesen in den letzten Jahren erworben hat. Nachdem sodann Herr Geheimrath Dr. Hardeck aus Karlsruhe die Versammlung begrüfst und ein kurzes Bild der bisherigen Arbeiten entworfen hatte, sprach Freiherr Professor von Richthofen, als Vorsitzender des Ortsausschusses, über die zukünftigen Aufgaben des Geographentages. Nicht Spezialforschungen seien in den Kreis der Vorträge hineingezogen, sondern wie die Wissenschaft stets der wechselnden Zeitströmung folgen mufs, so habe man auch diesmal die Aufmerksamkeit auf jene allgemeinen Probleme der physischen Erdkunde gelenkt, welche, wie die Frage nach den geologischen Klimaten, nach der Ursache der Eiszeit, der Stellung der Geographie im Unterrichtswesen, die regste Theilnahme weiterer Kreise erwecken dürften.

Die eigentlichen Sitzungen begannen mit einem überaus fesselnden Vortrag des Herrn Dr. von den Steinen „über Erfahrungen zur Entwicklungsgeschichte des Völkergedankens". Aus der reichen Fülle seiner, während der Reise durch Centralbrasilien und durch den Insel-Archipel des Südpacific angesammelten Beobachtungen gestaltete Redner ein klares, anziehendes Bild von dem Entwicklungsgange der Menschheit und zeigte in erschöpfender Darlegung, dafs die Entstehung der Kulturvölker nicht an der geschichtlichen Entwicklung dieser selbst, sondern nur an den heutigen Naturmenschen, den lebenden Geschöpfen in der freien Welt, erkannt werden könne.

An zweiter Stelle sprach Herr Geheimrath Professor Neumayer aus Hamburg „über das gegenwärtig vorliegende Material für die erd- und weltmagnetische Forschung“. Auf diesem Gebiete hat nicht allein die deutsche Wissenschaft seit den letzten Jahrzehnten grofse Erfolge zu verzeichnen gehabt, sondern auch durch den Wetteifer aller civilisirten Nationen ist in der Erkenntnifs des erdmagnetischen Zustandes ein überaus wichtiger Fortschritt gemacht worden. Alle Unternehmungen, wie die Polarexpeditionen, die maritimen magnetischen Forschungen des Challenger, der Gazelle und des Vöringen, die magnetischen Landesaufnahmen der amerikanischen Geodetic-Survey, die Beobachtungen auf den Observatorien und festen Warten — sie alle bezwecken in erster Linie die genaue Feststellung der erdmagnetischen Elemente, der Deklination, Inklination und Intensität, sowie die Ergründung ihrer Säkularveränderungen. Wenn man sich auf dieses kleine Forschungsgebiet beschränkt und nicht weiter auf die zwischen den Weltkörpern obwaltenden kosmischen Beziehungen zurückgreift, so ergiebt sich schon jetzt aus dem Beobachtungsmaterial als besonders wichtiges, freilich negatives Ergebnifs, dafs die erdmagnetische Theorie von Gaufs die Erscheinungen nicht in vollem Umfange zur Darstellung bringt, — mit andern Worten, dafs die Isogonen, Isoklinen und Isodynamen aus den 24 durch Beobachtung abgeleiteten Konstanten dieser Theorie sich nicht mit Sicherheit bestimmen lassen. Zunächst mufs dem dringenden Bedürfnifs nach weiterem Ausbau der Gaufsschen Theorie durch den Mathematiker abgeholfen werden, dann aber steht nach Mafsgabe des vorliegenden Beobachtungsmaterials zu erhoffen, dafs die magnetischen Kräfte des Erdballs der Wissenschaft nicht mehr all zu lange verborgen bleiben werden.

In der nachmittags stattfindenden Berathung über ein Denkmal für Dr. Gustav Nachtigal, den Begründer der deutschen Geographentage, wurde dem Vorschlage des Freiherrn von Richthofen gemäfs die Aufstellung einer Büste im Museum für Völkerkunde und die Errichtung eines Standbildes in seiner Vaterstadt Stendal beschlossen. Nach Erledigung dieser geschäftlichen Angelegenheit entwarf Herr Professor Kirchhoff aus Halle ein Bild von der jüngsten Thätigkeit des Centralausschusses für wissenschaftliche Landeskunde von Deutschland. Redner machte unter anderem der Versammlung die erfreuliche Mittheilung, dafs eine der wesentlichsten Arbeiten, die magnetische Aufnahme des Harzes, von Dr. Eschenhagen nunmehr vollendet sei. Eine Abhängigkeit zwischen

den alten geologischen Bruchlinien und der Vertheilung des irdischen Magnetismus, wie sie vorher von Naumann für Japan erwiesen wurde, liefs sich im Harzgebirge nicht feststellen. Dr. Eschenhagen wird indefs seine Forschungen über den ganzen nordwestlichen Theil Deutschlands ausdehnen, und durch Verbindung dieser mit ähnlichen Veranstaltungen in Oesterreich-Ungarn dürfte unsere Kenntnifs des Erdmagnetismus im Gebiete Centraleuropas eine bedeutungsvolle Bereicherung erfahren.

Die zweite Tagung wurde durch einen Vortrag des Herrn Professor Penck (Wien) „über das Endziel von Erosion und Denudation“ eröffnet. Redner gab zunächst Erklärungen mit Hülfe mathematischer Betrachtungen über die verschiedene Wirksamkeit des fliefsenden Wassers auf die Umgestaltung der Strombetten. Selbst in den härtesten Felsboden arbeitet sich das fliefsende Wasser theils durch Auswaschen theils durch Ausschleifen langsam ein, und je stärker das Gefälle der Stromrinne ist, desto gröfser ist die Geschwindigkeit der Wasserabführung, von welcher sich wiederum die mechanische Thätigkeit des Stromes, d. h. dessen Fähigkeit abhängig erweist, Geschiebemassen fortzuführen und Schlammtheile schwebend zu erhalten. Aber nicht nur bei den unmittelbar vom Gebirge herabkommenden Gewässern, den sogenannten „Wildwässern“, wie die Isar, bemerkt man die Wirkungen der Erosion und Denudation, — diese müssen sich auch bei solchen Strömen kundgeben, welche, wie der Rhein und die Weichsel, nur geringes Gefälle aufweisen und daher im Gegensatz zu ersteren „Stillwässer“ genannt werden. Flüsse mit einem Gefälle von 4 cm auf 1000 m gehören bereits zu den letzteren; bei ihnen wird der gröfste Theil ihrer mechanischen Kraft zur Ueberwindung des Reibungswiderstandes an den Uferrändern verbraucht, wobei indefs gelegentlich doch verwitterte Theilchen mit fortgeschwemmt und anderswo abgelagert werden. Ein Gefälle von 16 cm auf den Kilometer bringt gerade noch die geringste direkte mechanische Wirkung auf ein Strombett hervor, sodafs dieses schliefslich in einen Beharrungszustand gelangen mufs, wo die Schnelligkeit des Fliefsens im Gleichgewicht mit der Form und dem Widerstand des Bodens steht. Ist dieses „untere Denudationsniveau“ bei der Gesamtheit aller die Erdoberfläche durchfurchenden Stromrinnen erreicht, so werden nur noch schmale Felskämme und schroffe Bergpyramiden an den Wasserscheiden übrig bleiben, während alle sonstigen Unregelmäfsigkeiten des Festlandes, Höhen und Tiefen, sich ausgeglichen haben müssen. Die schliefsliche Abtragung auch dieser Ruinen durch den Einflufs der Atmo-

sphärilien ist das Ziel des langsam, aber rastlos thätigen Erosions- und Denudationsprozesses.

Darauf ergriff Herr Prof. Brückner aus Bern das Wort zur Behandlung des Themas „in wie weit ist das heutige Klima constant?" Die geographische Vertheilung der vorgeschichtlichen Thier- und Pflanzenwelt im Gegensatz zu ihrer jetzigen Verbreitung, sowie die allerorten beobachteten Spuren einer einstigen Vereisung haben die Wissenschaft zu der Annahme geführt, dafs die nämlichen Regionen der Erdoberfläche in den verschiedenen geologischen Epochen unter dem Einflusse wechselnder Temperaturverhältnisse gestanden haben. Es frägt sich nun aber, ob derartige klimatische Schwankungen von allgemeinerem Charakter und Umfang, die sich von den Witterungsschwankungen der Jahresperiode unterscheiden, noch heute bestehen oder sich doch wenigstens für historische Zeiträume erweisen lassen. Während der Geologe und Geograph diese Frage gern bejahen, hält der Meteorologe die Beständigkeit des Klimas innerhalb gewisser Grenzen für einen feststehenden Glaubenssatz. Nach den Ausführungen des Redners liegen dagegen in der That eine Reihe von Wahrnehmungen vor, welche für eine noch jetzt andauernde Aenderung des Klimas sprechen. Hierhin gehören die von Richter, Forel und Lang in den Alpen beobachteten Gletscherschwankungen, sowie die periodischen Höhenänderungen im Wasserspiegel des schwarzen Meeres, der Ostsee und des Kaspimeeres, bei denen hydrographische Untersuchungen erkennen liefsen, dafs der Wechsel im Wasserstande mit Säkularschwankungen der meteorologischen Verhältnisse Hand in Hand geht. Redner hat sich nun der Aufgabe unterzogen, den Charakter dieser Klimaschwankungen und ihre muthmafsliche Periodicität festzustellen durch Verarbeitung der Beobachtungen von mehr als 600 meteorologischen und hydrographischen Stationen, welche insgesamt das gewaltige Material von etwa 30 000 Jahren umfassen sollen. Als Resultat dieser Arbeit ergab sich, dafs die Jahre von 1840—50 regenreich waren, dafs um das Jahr 1860 eine allgemeine Abnahme, dagegen schon um 1870—80 eine Zunahme der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmengen eintrat. Wenn auch keine genaue Uebereinstimmung der Eintrittsepochen für die verschiedenen Gebiete vorhanden ist, so zeigt doch die genügende Deckung der Maxima und Minima, so wie die deutliche Verschärfung derselben gegen das Innere der Festlande, dafs man es hier mit thatsächlichen Perioden zu thun hat. Ausnahmen hiervon bilden allerdings einige Gebiete Südeuropas und die Ostküste von Amerika,

wo sich der Einflufs des atlantischen Oceans geltend zu machen scheint. Besonders auffällig ist, dafs die Temperaturbeobachtungen sich mit den Niederschlagsbeobachtungen decken, sodafs trockenen Perioden auch warme, feuchten kalte entsprechen. Als weiteres Hülfsmittel zur Ergründung der Klimaschwankungen hat der Vortragende die Erträge der Weinernten in Frankreich und der Schweiz herangezogen und auch hier seine Schlüsse bestätigt gefunden. Jedenfalls ist die Feststellung des Verlaufes derartiger Klimaschwankungen und die Aufdeckung ihrer zur Zeit noch dunklen Ursachen für das gesamte Kulturleben der Menschheit von äufserst praktischer Wichtigkeit.

Zu diesem Vortrage bemerkte Herr Prof. Hahn, dafs schon vor Jahren von ihm und Herrn Prof. Fritz ähnliche Untersuchungen angestellt seien, um eine Abhängigkeit der irdischen meteorologischen Zustände von der 11 jährigen Sonnenfleckenperiode zu begründen. Prof. Brückner erwiederte, dafs er bei seinen Arbeiten von wesentlich anderen Gesichtspunkten ausgegangen und auch zu andern Resultaten gelangt sei, da die Dauer der von ihm ermittelten Periode etwa 36 bis 37 Jahre beträgt.

Im Zusammenhange mit dem vorigen Vortrag stand der folgende des Herrn Prof. Partsch aus Breslau „über Klimaschwankungen in den Mittelmeerländern“. Redner führte aus, wie die äufserste Vorsicht am Platze sei, wenn man aus historischen Ueberlieferungen über Aenderungen in der Vegetation und Wanderungen der Thierwelt Schlüsse auf etwaigen Klimawechsel ziehen will. Die klimatischen Verhältnisse seien nicht die einzigen mafsgebenden Faktoren bei der Verbreitung der Lebewesen und Vegetationsformen, oft käme hier auch der Wille des Menschen als mitentscheidend in Betracht. Indem Redner die geschichtlichen Zeugnisse unter diesem kritischen Gesichtspunkte prüfte, kam er zu der Ueberzeugung, dafs in historischen Zeiten merkliche Klimaänderungen im Mediterrangebiete nicht stattgefunden haben.

Alsdann theilte Herr Dr. Götz aus München kurz die Ergebnisse seiner Untersuchungen über „die dauernde Abnahme des fliefsenden Wassers auf dem Festlande“ mit. Den Grund für die langsame Verminderung des irdischen Wasserreichthums erblickt der Vortragende in der unausgesetzten Erzeugung von Wasser verbrauchender Humusmaterie, sowie in der Bildung von Hydraten beim Verwitterungsprozefs der Gesteine. Immerhin sei aber zum

Glück für die Menschheit die Gefahr einer Austrocknung noch auf Jahrtausende hinaus nicht zu befürchten.

In der Nachmittagssitzung desselben Tages sprach der Landesgeologe Herr Dr. Wahnschaffe „über die Bedeutung des Baltischen Höhenrückens für die Eiszeit.“ Redner führte aus, wie der ältere Gesteinskern dieser Bodenerhebung unseres norddeutschen Flachlandes zur Zeit der Vergletscherungen für die von Norden vordringenden Eisströme ein Hindernifs abgeben mufste, an dem sich die gewaltigen Eismassen aufstauten und so Veranlassung zu beträchtlichen Schichtenstörungen und an Bergabhängen beobachteten Ueberkippungen wurden. Andererseits bewirkten sie durch die Ablagerungen des vorwärts geschobenen Steingerölles umfangreiche Diluvialaufschüttungen und die Bildung der sogenannten „Grundmoränen“, welche als charakteristische Zeugen einer einstigen Vereisung unserer norddeutschen Heimath an vielen Orten des Baltischen Höhenzuges erhalten sind. Ausflüge nach den Rüdersdorfer Kalksteinbrüchen und nach Chorin boten den Mitgliedern der Versammlung Gelegenheit, die dort befindlichen Spuren der Eiszeit in Augenschein zu nehmen; an ersterem Orte waren es namentlich die von der Bergbauverwaltung frisch aufgedeckten Gletscherschliffe und Gletschertöpfe, am letzteren die Moränenbildung, welche das Interesse auf sich lenkten. In dem sich anschliefsenden Vortrage „über Glacialerscheinungen in Südafrika“ zeigte Herr Dr. Schenck, dafs für dieses Gebiet Spuren einer diluvialen Eiszeit und früheren Meeresbedeckung nicht nachweisbar sind, nur in der Karooformation finden sich Conglomerate, welche die Thätigkeit des Eises erkennen lassen.

Ein Problem von mehr theoretischer Tragweite behandelte Herr Dr. v. Drygalsky aus Berlin in seinem Vortrage „über die Bewegungen der Continente zur Eiszeit und ihren Zusammenhang mit den Wärmeschwankungen der Erdrinde“. Die Frage nach der Entstehung der Niveauänderungen zwischen Festland und Meer beim Uebergang der Tertiär- zur Glacialperiode ist, wie Redner bemerkte, eine brennende geworden, seitdem Suefs und die neuere Forschung L. v. Buchs Elevationstheorie verlassen und zur Erklärung in grofsem Mafsstabe sich vollziehende Schwankungen der Weltmeere geltend gemacht haben. Da aber zur Stütze der letzteren Anschauung keine stichhaltigen wissenschaftlichen Belege erbracht werden können, hat Redner den Versuch gemacht, die Höhenänderungen der Festlande mit einer allseitig anerkannten Kraftäufserung

unseres Planeten, der Zusammenziehung durch die fortschreitende Abkühlung, in Beziehung zu setzen. Auf die Einzelheiten dieser Theorie näher einzugehen, können wir uns hier versagen, weil die Veröffentlichung einer gröfseren Arbeit über diesen Gegenstand vom Redner in Aussicht gestellt worden ist.

Herr Prof. Reyer aus Wien, der einen Vortrag „über Typen der Eruptivmassen und Gebirgstypen mit Demonstrationen“ angekündigt hatte, war wegen Kürze der Zeit zu einer wesentlichen Einschränkung dieses interessanten Themas gezwungen. Durch Vorführung einer stattlichen Anzahl geologischer Karten, Durchschnitte, Photographien und farbiger Wandbilder unterstützte er seine Erläuterungen über den inneren Bau und die Schichtungsverhältnisse des Erdballs und erörterte in anschaulicher Weise, wie die experimentelle Geologie durch Versuche mit plastischen, zähflüssigen Substanzen (Thon und Seifenfladen) über die Entstehung der Pressungen, Verwerfungen und Faltungen in den Gebirgsmassiven Licht verbreitet hat.

Herr Oberberghauptmann Dr. Huyssen berichtete „über den gegenwärtigen Stand der Frage nach den Wärmeverhältnissen des Erdinnern“. Bei früheren Temperaturmessungen der Erdrinde hat man mit Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt, deren theilweise Beseitigung nunmehr der Technik durch Anwendung eines neuen Bohrverfahrens gelungen ist. Bei Herstellung des Bohrloches zu Schladebach, des gegenwärtig tiefsten der Erde, wo man sich dieses Verfahrens bediente, hat man denn auch durchaus günstigere Resultate erzielt, als bei Sperenberg, wo noch die ältere Methode benutzt wurde. Es hat sich hierbei ergeben, dafs die mittlere geothermische Tiefenstufe nicht zu 40 ^{m} für 1 ^{0} R., wie früher, sondern etwas gröfser zu 46 ^{m} anzusetzen ist, ferner dafs eine regelmäfsige Wärmezunahme mit der Tiefe nur in ganz gleichgestalteten Erdschichten angetroffen wird. Ueberall da, wo ein Wechsel im durchbohrten Gesteinsmaterial stattfindet, wird das veränderte Leitungsvermögen Unregelmäfsigkeiten im Gange der Wärmezunahme bedingen, welche noch verstärkt werden durch das unablässige Hinzuströmen bald wärmerer, bald kälterer Quellwässer. Es ist daher erklärlich, dafs die für die einzelnen Bohrlöcher gefundenen Zahlenwerthe erheblich von einander abweichen, dafs z. B. die geothermische Tiefenstufe in dem wasserdurchlässigen und leicht Wärme leitenden Steinsalzlager zu Sperenberg sich zu 40 ^{m} ergab, während bei Schladebach, dessen Untergrund schlechtes Leitungsvermögen besitzt, für diese Gröfse 46,9 ^{m} gefunden wurde.

Herr Prof. Jordan aus Hannover hielt hiernach einen Vortrag „über die Methode und Ziele der verschiedenen Arten von Höhenmessungen“, in welchem er die gegenseitige Werthstellung der drei gangbaren Verfahren der Höhenmessung, des Nivellements, der trigonometrischen und barometrischen Messung eingehend erörterte. Schliefslich sprach Herr Dr. Böhm aus Wien „über die Genauigkeit orometrischer Mafsbestimmungen“ auf Grund eigener Untersuchungen des Dachsteingebirges.

Die letzte Sitzung war wiederum geschäftlichen Angelegenheiten gewidmet, sowie der Wahl des nächsten Versammlungsortes, für den auf Vorschlag Prof. Pencks für das Jahr 1891 Wien in Aussicht genommen wurde. Dr. P. Schwahn.



Mittlere Höhe der Kontinente und mittlere Tiefe der Meere.

Von F. S. Archenhold.

Unter Berücksichtigung aller bekannten Landhöhen- und Meertiefen-Messungen hat Herr General A. von Tillo im „Bulletin de la Société de Géographie de Russie du 8. décembre 1888“ folgende Werthe*) für die mittlere Höhe der Festlande und mittlere Tiefe der Meerestheile abgeleitet.

Mittlere Höhe

	Meter
von Europa	317
„ Asien	957
„ Afrika	612
„ Nordamerika	622
„ Südamerika	617
„ Australien	240
der Kontinente der nördlichen Halbkugel	713
„ „ „ südlichen Halbkugel	634
aller Kontinente über dem Meerespiegel	**693**

Mittlere Tiefe

	Meter
des Stillen Ozeans	4380
„ Atlantischen Ozeans	4022
„ Indischen Ozeans	3674
„ Nordmeeres	3627
„ Südmeeres	3927
der gesamten Meere	**3803**

*) Comptes Rendus 1889 T. CVIII No. 25 S. 1324.

Diese Zahlen gewähren uns einen interessanten Einblick in die Gestaltungsverhältnisse der Erdoberfläche. Sie zeigen uns, dafs die mittlere Höhe sämtlicher Kontinente $5^1/_2$ mal geringer ist als die mittlere Tiefe aller Meere. Hieraus folgern wir ohne weiteres, da sich der Flächenraum der Festlandsmassen der Erde und der Ozeane bekanntlich wie 1 : 2.76 oder annähernd wie 3 : 8 verhält, dafs sich die Volumina der Kontinente über dem Meeresspiegel zu denen der Ozeane wie 1 : 15 verhalten. Man könnte also die über der Meeresfläche hervorragenden Festlandsmassen 15 mal infolge unserer Rechnung in die ozeanischen Wassermassen hineinschütten. Würden alle Unebenheiten der Kontinente wirklich abgetragen und ins Meer versenkt werden, so würde sich die Tiefe des Meeres doch nur um 250 m verringern.

Der grofse Unterschied der Tilloschen Zahlen von den bisherigen bestbestimmten Angaben, 440 m für die mittlere Höhe der Kontinente von Dr. Leipoldt und 3440 m für die mittlere Tiefe des Ozeans von Prof. Krümmel, darf uns nicht befremden, da seit den Leipoldt-Krümmelschen Berechnungen*) nicht allein die Höhenmefs- und Tiefseeloth-Apparate eine grofse Vervollkommnung erfahren, sondern auch die erforderlichen Messungen in der Neuzeit eine ungeahnte Ausdehnung erlangt haben.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat August-September.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

		Aufgang	Untergang
18. August	Letztes Viertel	10^h 36^m Ab.	1^h 17^m Nm.
21. „	Erdferne	Mittern.	4 25 „
26. „	Neumond	4 23 Mg.	7 26 Ab.
2. Sept.	Erstes Viertel	1 18 Nm.	9 58 „
6. „	Erdnähe	5 34 „	0 38 Mg.
9. „	Vollmond	7 0 Ab.	4 40 „

Maxima der Libration: 28. Aug., 11. September.

*) Nach den Leipoldt-Krümmelschen Daten verhalten sich die Volumina der Festlande über dem Meeresspiegel zu denen der Ozeane wie 1 : 21, so dafs hiernach durch eine Versenkung aller Unebenheiten der Kontinente ins Meer die Tiefe des letzteren nur um 160 m abnehmen würde.

a. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
17. Aug.	10h27m	+11°20'	5h 39m Mg.	7h 47m Ab.	6h 54m	+21° 12'	1h 3m Mg.	5h 15m Nm
21. „	10 53	+ 8 21	6 5 „	7 41 „	7 18	+20 53	1 9 „	5 18 „
25. „	11 18	+ 5 20	6 31 „	7 33 „	7 33	+20 34	1 15 „	5 18 „
29. „	11 41	+ 2 20	6 54 „	7 26 „	7 52	+20 0	1 21 „	5 19 „
2. Sept.	12 3	— 0 35	7 15 „	7 17 „	8 12	+19 21	1 29 „	5 19 „
6. „	12 23	— 3 23	7 34 „	7 6 „	8 31	+18 31	1 38 „	5 16 „
10. „	12 43	— 6 2	7 52 „	6 56 „	8 50	+17 33	1 48 „	5 14 „
14. „	13 0	— 8 30	8 7 „	6 45 „	9 9	+16 27	1 58 „	5 10 „

10. Sept. Sonnenferne.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
17. Aug.	8h 37m	+19°40'	2h 59m Mg.	6h 51m Nm.	17h54m	—23° 24'	4h23m Nm.	11h 57m Ab.
23. „	8 53	+18 41	2 57 „	6 37 „	17 53	—23 25	3 58 „	11 32 „
29. „	9 9	+17 38	2 56 „	6 22 „	17 53	—23 26	3 35 „	11 9 „
4. Sept.	9 24	+16 31	2 54 „	6 6 „	17 54	—23 27	3 12 „	10 46 „
10. „	9 39	+15 20	2 52 „	5 50 „	17 55	—23 28	2 49 „	10 23 „
16. „	9 54	+14 6	2 51 „	5 35 „	17 57	—23 28	2 27 „	10 1 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Aug.	9h 45m	+14° 48'	4h 51m Mg.	7h41m Nm.	13h11m	— 6° 51'	10h 14m Mg.	9h10m Ab.
21. „	9 49	+14 29	4 29 „	7 15 „	13 12	— 6 59	9 45 „	8 39 „
29. „	9 53	+14 9	4 3 „	6 46 „	13 13	— 7 8	9 16 „	8 8 „
6. Sept.	9 56	+13 49	3 38 „	6 16 „	13 15	— 7 18	8 47 „	7 37 „
14. „	10 0	+13 30	3 12 „	5 46 „	13 16	— 7 28	8 18 „	7 6 „

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
14. Aug.	4h 11m	+ 19° 25'	10h 45m Ab.	2h 37m Nm.
29. „	4 12	+ 19 26	9 46 „	1 38 „
13. Sept.	4 12	+ 19 26	8 47 „	0 39 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

16. Aug.	I.	Trab.	Verfinst.	Austritt	6^h	48^m	Ab.
21. „	II.	„	„	„	7	34	„
23. „	I.	„	„	„	8	43	„
28. „	II.	„	„	„	10	11	„
30. „	I.	„	„	„	10	38	„
8. Sept.	I.	„	„	„	7	2	„
15. „	I.	„	„	„	8	57	„

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Zwischen dem 15. Aug. und 15. Sept. finden keine in Berlin sichtbare Sternbedeckungen statt.)

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1889 Rectas.			Declin.	
R Arietis	7. Sept.	7.8^m	12^m	2^h	9^m	48^s	+ 24°	32'
U Monoc.	19. Aug.	6	7	7	25	29	— 9	33
R Leo minor.	18. „	6	11	9	38	56	+ 35	1
R Comae	26. „	7.8	13	11	58	34	+ 19	24
T Ursae maj.	5. Sept.	7	12	12	31	20	+ 60	6
R Bootis	2. „	6	12	14	32	17	+ 27	13
R Lyrae	5. „	4.3	4.6	18	51	57	+ 43	48
R Vulpec.	11. „	7.8	13	20	59	28	+ 23	23

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 16., 21., 26., 31. Aug., 5., 10., 15. Sept. Morg.
Algol . . 16., 22. Aug. Mg., 27. Ab., 2. Sept. Nm., 8. Mg., 14. Mg.
δ Librae . . 19. Aug. Nm., 24. Vm., 28. Mttn., 2. Sept. Nm., 7. Vm., 11. Ab.
U Coronae . . 20. Aug. Mg., 27. Mg. 3. Sept. Mg., 9. Ab.
U Ophiuchi . (Jedes 4. Min.): 18. Aug. Mg., 21. Vm., 24. Ab., 28. Mg., 31. Mitt., 3. Sept. Ab., 7. Mg., 10. Nm., 13. Ab.
Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 18. Aug. Nm., 23. Mg., 27. Nm., 1. Sept. Mg., 5. Nm., 10. Mg., 14. Nm.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 31. Aug., 27. Sept.
β Lyrae . . 29. Aug., 11. Sept.
η Aquilae . . 22., 29. Aug., 5., 12. Sept.
δ Cephei . . 18., 24. 29. Aug., 3., 9., 14. Sept.

6. Meteoriten.

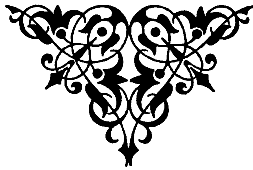
Der Monat September ist für Sternschnuppenbeobachtungen nicht besonders wichtig. Einige Aufmerksamkeit in den letzten Tagen des August verdient nach Denning das Auftreten von Meteoriten aus der Himmelsgegend bei ι Aurigae, etwa 3 Grad östlich von diesem Stern. Diese sporadischen Sternschnuppen sind nur in den Morgenstunden beobachtbar. (Radiant bei AR = 76°, D = + 33°).

7. Nachrichten über Kometen.

Der Barnard'sche Septemberkomet zeigt nach einer Beobachtung vom 3. Juni eine neue gegen die Sonne gerichtete Ausstrahlung, eine bei der bereits grofsen Entfernung des Kometen sehr bemerkenswerthe Erscheinung. — In der Nacht vom 23. zum 24. Juni hat Barnard einen neuen Kometen im Sternbilde der Andromeda gefunden. Der Komet war schwach und hatte eine nördliche Bewegung.



Astronomisch-photographischer Congrefs. Die Astronomen, welche sich zur Theilnahme an den Arbeiten betreffs der photographischen Aufnahme des Himmels entschlossen haben, werden am 15. September in Paris zu einer abermaligen Berathung zusammentreten. Hauptsächlich wird über die Gröfse der Platten verhandelt werden. Auf Gills Vorschlag sollen auch schon die Fragen über die Vertheilung des Himmels an die theilnehmenden Observatorien, über die Gattung der Platten, und über die Controle der Exposition, welche zur Erreichung der Aufnahmen der einzelnen Gröfsenklassen von Sternen nothwendig ist, erörtert werden.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Ueber die Bedeutung der photographischen Methoden in der Astronomie.

Von **Dr. J. Scheiner.**
Astronom am astrophysikalischen Observatorium bei Potsdam.

(Schlufs.)

Eine getreue Wiedergabe einer Pariser Sternaufnahme, eine Stelle des Himmels aus dem Sternbilde des Schwans darstellend, ist auf Seite 669 beigefügt; sie kann als eine der besten Sternaufnahmen gelten, welche bisher überhaupt erhalten worden sind. Es ist auf dieser Aufnahme kein Stern enthalten, der mit blofsem Auge zu sehen wäre, die schwächsten Sterne, welche auf dieser Reproduktion zu erkennen sind, mögen etwa der 12. bis 13. Gröfsenklasse angehören, das Original-Negativ enthält noch fast die doppelte Anzahl von ganz schwachen Sternen bis zur 14. Gröfse, die wegen ihrer Feinheit auf der Kopie nicht mehr mitgekommen sind. Am besten dürfte dem Leser eine Anschauung von dem Sternreichthum, der auf dieser Photographie vorhanden ist, gegeben werden, wenn wir bemerken, dafs eine derartige Aufnahme über den ganzen Himmel ausgedehnt, etwa 20 bis 30 Millionen Sterne umfassen würde! Nur die Vorstellung, wirklich dermaleinst eine solche Karte des Himmels zu besitzen, mufs jeden Astronomen auf das höchste erfreuen; ist doch schon die Astronomie mit Recht stolz auf die Katalogisirung und Mappirung des für uns benutzbaren Theiles des Himmels, vom Nordpol bis zum 23ten Grade südlicher Deklination, die in einer langen Reihe von Jahren mit fast unglaublichem Fleifse und gröfsester Ausdauer auf der Bonner Sternwarte hergestellt ist, und unter dem Namen der Bonner Durchmusterung für alle Zeiten ein Denkmal astronomischen Schaffens

bleiben wird. Diese Durchmusterung umfafst auf dem angegebenen Theile des Himmels die Anzahl von nahe einer halben Million Sterne bis etwa zur 10. Gröfsenklasse.

Die Ausführung einer photographischen Karte über den ganzen Himmel ist nicht ein leeres Hirngespinst mehr, sie ist bereits vor zwei Jahren auf dem Pariser Astronomen-Kongresse als ein internationales Unternehmen der grofsartigsten Art beschlossen worden, und die hierfür bestimmten Instrumente, nach den oben angedeuteten Prinzipien konstruirt, sind bereits in der Ausführung begriffen oder schon vollendet. Auch Deutschland, speziell das Potsdamer Observatorium, wird sich an dieser Arbeit betheiligen.

Es ist keine Frage, dafs mit der Uebernahme dieser Arbeit eine neue Epoche der Fixsternastronomie beginnt. Wenn wir von der Bedeutung, die eine derartige Himmelskarte schon allein als Orientirungsmittel am Himmel beim Aufsuchen kleiner Planeten, bei der Untersuchung über neue Sterne, eventuell auch bei der noch immer nicht positiv zu beantwortenden Existenzfrage eines transneptunischen Planeten besitzt, auch gänzlich absehen, eröffnet sich dennoch in weiter Perspektive ein Arbeitsfeld von hoher Bedeutung, dessen wesentliche Früchte aber erst unsere Nachkommen ernten werden. Wir meinen die Erforschung der Konstitution unseres Fixsternsystems.

Dieser Zweck kann aber nicht durch die Karte selbst erreicht werden oder wenigstens doch nur unvollkommen, hierzu ist eine Ausmessung der Aufnahmen nöthig. Die Arbeit, die sämtlichen Sterne der Himmelskarte, also etwa 30 bis 40 Millionen auszumessen, ist eine so enorme, dafs selbst der Fleifs des Astronomen davor zurückschreckt; sie würde in absehbarer Zeit nicht auszuführen sein. Dagegen ist man fest entschlossen, einen Theil der Sterne, nämlich diejenigen bis zur 11. Gröfse auszumessen und zu katalogisiren, mit einer Genauigkeit, die diejenige der Meridianbeobachtungen wohl noch etwas übertrifft. Der „photographische" Sternkatalog würde alsdann etwa 3 Millionen Sterne enthalten, die mit gröfster Genauigkeit festgelegt wären, ein kaum zu fassender Fortschritt gegen unseren jetzigen Standpunkt, da die Anzahl der im Meridian bestimmten Sterne auch nach Fertigstellung des grofsen, seit etwa 25 Jahren in Arbeit befindlichen Zonenunternehmens 200,000 nicht übersteigen dürfte. Ein solcher Katalog wird in seinen Folgen von völlig umgestaltendem Einflusse auf die meisten astronomischen Untersuchungen sein, besonders auch dann, wenn gleichzeitig die Helligkeit der Sterne mit bestimmt wird. Dafs unsere Nachkommen erst

den Hauptnutzen hiervon haben werden, weil einerseits die Fertigstellung des Katalogs Jahrzehnte in Anspruch nehmen dürfte, andererseits die wesentlichsten Resultate erst aus einer späteren Wiederholung der Arbeit nach 50 oder 100 Jahren zu erhalten sein werden, kann den Eifer und die Freude an dieser Arbeit nicht erlahmen



Copie einer Himmelsphotographie aus dem Sternbilde des Schwans.

lassen; der Astronom ist an derartige Arbeiten gewöhnt: serit arbores quae prosint saeclo altero.

Es ist bei Gelegenheit eines Aufsatzes im 4. Hefte dieser Zeitschrift, über die Ermittelung der Eigenbewegungen der Fixsterne im

Visionsradius, bereits auf die Wichtigkeit des in Frage tretenden Punktes hingewiesen worden, und wir dürfen wohl kühn behaupten, dafs vielleicht hier wie da die Photographie den Schlüssel zu den Räthseln der Sternenwelt dem Astronomen aushändigen wird.

Aufserhalb der im Verhältnifs zum unendlichen All engbegrenzten Fixsternwelt vertheilt sich nun die Welt der Sternhaufen und Nebelflecke, zum Theil selbst solche Fixsterninseln bildend, wie diejenige, der unser Sonnensystem angehört, zum Theil ein Chaos gasförmiger Materie darstellend. Zu Tausenden sind sie am Himmel zerstreut, mannigfach an Form und Helligkeit, dem blofsen Auge sichtbar und nur dem stärksten Fernrohr sich erschliefsend. Ehe noch der Astronom die Zusammensetzung des eigenen Fixsternsystems gefunden hat, will er auch schon die Nachbarwelten ergründen, indem er hofft, durch Messung und Zeichnung Veränderungen in diesem Gebilde nachweisen zu können. Aber die Ausmessung von Sternhaufen ist eine mühsame und langwierige Arbeit und diejenige von Nebelflecken ist wegen der Verwaschenheit und Lichtschwäche dieser Objekte nur bei wenigen Exemplaren auszuführen. Auch hier tritt die Photographie epochemachend zur Hülfe und zwar ganz besonders bei den eigentlichen Nebelflecken. Sie zeigt hier weit mehr, als das Auge erblicken kann; sie zeigt es nicht blos, sondern sie hält es auch auf der Platte fest als untrügliches Dokument für spätere Zeiten; die Ausmessung einer photographischen Aufnahme eines Nebelflecks bereitet nicht entfernt die Schwierigkeiten, wie diejenige einer direkten Messung am Himmel und ist von unvergleichlich gröfserer Genauigkeit als die letztere.

Es ist wirklich interessant, die Zeichnungen mit einander zu vergleichen, die von demselben Nebelfleck von verschiedenen Astronomen oder an verschiedenen Instrumenten erhalten worden sind. Sie sind gemacht worden, um Veränderungen im Nebel konstatiren zu können, aber sie zeigen zuweilen solche Unterschiede, dafs es gar nicht möglich ist, dasselbe Objekt in ihnen zu erkennen.

Es war bekanntlich lange Zeit hindurch eine Streitfrage, ob der berühmte Spiralnebel in den Jagdhunden wirklich eine spiralförmige Anordnung seiner Theile hat, oder ob dies nur auf Täuschung beruht; eine einzige photographische Aufnahme mit einem verhältnifsmäfsig sehr kleinen Instrumente vermochte diese Frage, die vorher nur die stärksten Instrumente mit Sicherheit entscheiden konnten, ohne weiteres dahin zu beantworten, dafs thatsächlich der Nebel spiralförmig gewunden ist. Besonders bei den chaotisch gestalteten

schwächeren Nebeln ist eine photographische Aufnahme von gröfserer Bedeutung, als alle vorhergehenden mit gröfster Anstrengung und Mühe gefertigten Zeichnungen.

Es giebt Sterne, die gleichsam wie in einer Atmosphäre eingehüllt erscheinen, die, sei es zufällig, sei es in physischem Zusammenhang, sich in einem Nebel resp. auf demselben projizirt zeigen. Nur wenige solcher Nebelsterne waren bis vor kurzem bekannt, die Photographie hat jetzt schon eine ganze Anzahl neuer derartiger seltsamer Gebilde entdeckt, so z. B. die berühmten Nebel in den Plejaden, die theilweise allerdings auch, nachdem einmal ihre Existenz bekannt ist, mit grofsen Instrumenten direkt wahrgenommen werden können. Das Auge wird durch den Stern geblendet, so dafs es unempfänglich für die schwachen Lichteindrücke in der Nachbarschaft wird, die photographische Platte hat nicht unter diesem physiologischen Uebel zu leiden.

Als bestes Beispiel für die Leistungen der Photographie auf dem Gebiete der Nebelflecke wollen wir eine Aufnahme anführen, die neuerdings Roberts bei einer Expositionszeit von 4 Stunden vom Andromeda-Nebel erhalten hat. Diese Aufnahme zeigt innerhalb des dem blofsen Auge sichtbaren Nebels eine Anordnung der Nebelmaterie, welche die Anschauung, die man nach dem bisherigen Anblicke dieses Nebels von seiner Konstitution haben mufste, völlig umwirft und dafür eine neue, sehr viel verständlichere setzt. Der Nebel besteht aus einer Reihe von konzentrischen Ringen, die einen hellen Nebelknoten umgeben, und gegen welche wir schräg hineinsehen. Es ist eine thatsächliche Aehnlichkeit mit dem Anblicke Saturns vorhanden; auch planetenartige Verdichtungen, die man früher als isolirte Nebel betrachtet hatte, vervollständigen das Bild eines Nebels, der, vollkommen passend mit der Kantschen Weltbildungshypothese, in der Entwickelung zu einem Sonnensystem begriffen ist.

Die erfolgreiche Anwendung der Photographie auf die Nebelflecke ist noch sehr jungen Datums, es sind noch kaum Messungen angestellt, und doch läfst sich schon jetzt ohne Uebertreibung sagen, dafs sie einen ähnlichen Aufschwung in der Astronomie der Nebelwelt hervorbringen wird, wie ihn Herschel durch seine klassischen Arbeiten geschaffen hat.

Wenn wir uns nun zu dem zweiten Gebiete der Astronomie wenden, auf welchem die Photographie in hervorragender Weise den Beobachter unterstützt, zur Spektralanalyse, so möchten wir in erster Linie auf die bereits im vierten Hefte dieser Zeitschrift ausführlich dargelegten

Errungenschaften verweisen, die bei der Ermittelung der Bewegung der Sterne im Visionsradius durch die Anwendung der Photographie erreicht worden sind. Es würde dies allein genügen, um die Bedeutung der Photographie für die Spektralanalyse zu beweisen, der Vollständigkeit halber müssen wir aber auch auf andere photographisch-spektralanalytische Arbeiten eingehen, doch dürfte es im Hinblick auf den erwähnten Aufsatz nicht erforderlich scheinen, die Gründe, welche den Vortheil der photographischen Methode bedingen, hier auseinanderzusetzen.

Es wäre hier zunächst die photographische Darstellung des Sonnenspektrums von Rowland zu nennen, die das ganze sichtbare Spektrum von B bis H umfafst, und sich auch noch weiter in das Ultraviolett hinein erstreckt. Die Genauigkeit, mit welcher in diesem Spektrum die Lage der einzelnen Linien bestimmt ist, ist zwar jedenfalls nicht gröfser, sondern eher geringer als diejenige in der bis dahin umfangreichsten Darstellung des Sonnenspektrums, welche auf dem Potsdamer Observatorium angefertigt worden ist; auch der Reichthum an Linien ist nur ganz unbedeutend gröfser; der Vorzug dieser photographischen Darstellung liegt auf einem anderen Felde, nämlich in der Treue, mit welcher die Stärke und das Aussehen der Linien wiedergegeben ist, eine Treue, die eben auf keine andere Weise erreicht werden kann, und die in gewissen Fällen die gröfste Wichtigkeit besitzt.

Die Beobachtung und Messung eines Fixsternspektrums am Himmel ist unstreitig eine der schwierigsten Aufgaben der Beobachtungskunst, wegen der Lichtschwäche und der flatternden Bewegungen des Spektrums. Bei den genannten Messungen, welche bis jetzt an Spektren heller Sterne erhalten wurden, hat man im günstigsten Falle eine Genauigkeit erreicht, welche etwa dem sechsten Theile des Abstandes der beiden D-Linien entspricht, und nur ganz wenige Spektra sind thatsächlich mit dieser Genauigkeit gemessen. Mit Hülfe der Photographie aber kann man nunmehr sehr viel stärkere Dispersionen anwenden, so starke, dafs bei Betrachtung mit dem Auge wegen der Lichtschwäche des Spektrums nicht mehr die Spur einer Linie zu erkennen ist; die photographische Platte aber registrirt sie alle und gewährt nachher ein Spektrum, dessen Linienreichthum bei sonnenähnlichen Sternen den bis vor wenigen Jahren besten Darstellungen des Sonnenspektrums selbst von Ångström nur sehr wenig nachsteht. Die in Ruhe auszuführende Messung dieser Linien gewährt eine Genauigkeit, welche die vorhin bei Sternspektren angegebene um

das 10- bis 20fache übersteigt und den feinsten Messungen am Sonnenspektrum sehr nahe kommt. Doch dies, was wir hier eben berichten, ist noch allerneuesten Datums und befindet sich augenblicklich überhaupt erst auf dem Potsdamer Observatorium in Arbeit. Verfasser hofft später einmal dem Leser über die Resultate dieser von ihm unternommenen Arbeit ausführlicher berichten zu können.

Es sind auch schon anderwärts photographische Aufnahmen von Sternspektren bei stärkerer Zerstreuung aufgenommen worden — allerdings ist man dabei noch nicht so weit gegangen wie in Potsdam — bei deren Ausmessung man jedenfalls schon eine sehr bemerkenswerthe Genauigkeit erreicht haben würde; es ist aber über die Ausmessung solcher Spektra noch nichts verlautet. Es läfst sich bei dieser Gelegenheit eine Bemerkung schwer unterdrücken über eine gewisse Gefahr, welche die Photographie durch ihre Anwendung in die Astronomie hineinbringt. Es kann nicht genug betont werden, dafs es nur die grofse Exaktheit und die strenge Anwendung der Mathematik gewesen ist und noch ist, welche die Astronomie auf ihren erhabenen Standpunkt gebracht hat. Die blofse Betrachtung durchs Fernrohr hat noch niemals viel Nutzen gebracht, sondern nur die Messung und ihre nachherige rechnerische Verwerthung. Die Freude aber, man möchte sagen, ein gewisses ästhetisches Behagen, welche das Gelingen einer coelestischen Photographie gewährt, und gleichzeitig der Gedanke, dafs eine solche Aufnahme ja späterhin zu jeder Zeit eine Ausmessung erlaubt, verleitet zu dem Streben, immer mehr Aufnahmen anzufertigen, und sich mit dem Messen nicht zu befassen. Eine nicht ausgemessene Photographie einer Himmelsregion hat aber meistens wissenschaftlich keinen gröfseren Werth als ein unabgelesener Registrirstreifen, und ein derartiges Verfahren widerspricht den Grundprinzipien der Astronomie. Es mufs wohl bedacht werden, dafs die Anwendung der Photographie in der Astronomie auf die Dauer nur dann von Nutzen sein kann, wenn sie sich mit aller Strenge den konservativen astronomischen Anschauungen über Exaktheit und mathematische Forschung unterwirft.

Doch kehren wir von dieser Abschweifung wieder zu unserm eigentlichen Thema zurück. Besondere Beachtung verdienen auch die spektroskopischen Durchmusterungsarbeiten auf photographischem Wege mit Hülfe des Objektivprismas, die auf der Harvard College Sternwarte in Cambridge U. S. ausgeführt werden. Man kann bekanntlich von Fixsternen dadurch Spektra erzeugen, dafs man vor dem Objektive eines grofsen Refraktors ein grofses Prisma mit ge-

ringem brechendem Winkel anbringt; alle Sterne, die sonst im Gesichtsfelde als Punkte erscheinen, stellen sich dann in ihre Spektra ausgezogen dar, und selbst bei recht schwachen Sternen läſst sich die Natur der Spektra noch erkennen. Zu detaillirten Untersuchungen sind sie indessen ihrer geringen Dispersion wegen nicht geeignet. Auf der genannten Sternwarte sind nun sehr gut gelungene Versuche unter Anwendung der Photographie gemacht worden; man erhält auf der Platte bei einer einzigen Aufnahme in sternreichen Gegenden hunderte von Spektren gleichzeitig und kann die letzteren auch, da sie gleichzeitig die Sternkonstellation getreu wiedergeben, leicht mit den betreffenden Sternen identifiziren. Es sind auf diese Weise schon viele schwächere Sterne mit interessanten Spektren aufgefunden worden.

Wir haben bis hierher dem Leser eine Skizze von der Bedeutung der Photographie in der Astronomie vorgeführt und haben auch schon hie und da Punkte angedeutet, bei denen die Photographie ohne wesentlichen Nutzen bei ihrer Anwendung sein würde. Es ist leicht zu verstehen, daſs bei der auſserordentlichen Bedeutung dieses modernen Hülfsmittels in der Astronomie, diese Bedeutung denn doch zuweilen überschätzt wird, und daſs, wie einerseits noch immer Astronomen existiren, die sich dieser Bedeutung gerne verschlieſsen möchten, es andererseits nicht an Stimmen fehlt, die in der entgegengesetzten Richtung zu weit gehen und dann erst eine goldene Zukunft der Astronomie erwarten, wenn einmal überall die Netzhaut durch die Bromsilbergelatineschicht ersetzt sein wird.

Wir glauben der Bedeutung der photographischen Methode in der Astronomie keinen Abbruch zu thun, wenn wir nunmehr zum Schlusse unter der Leitung der Wahrheitsliebe noch auf diejenigen Zweige der Beobachtungskunst kurz eingehen, auf die nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft die Photographie voraussichtlich keinen umgestaltenden Einfluſs ausüben wird.

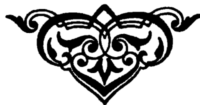
Es ist dies zunächst aus dem Gebiete der Mikrometermessungen das wichtige und interessante Kapitel der Doppelsterne. Bei dem groſsen Durchmesser der Sternscheibchen werden engere Doppelsterne niemals genügend scharf von einander getrennt, besonders, wenn die beiden Componenten sehr verschieden an Helligkeit sind, im letzteren Falle ist die Photographie durchaus unbrauchbar; es bleiben also nur die Mikrometermessungen bei mittleren und weiten Distanzen für die Photographie offen.

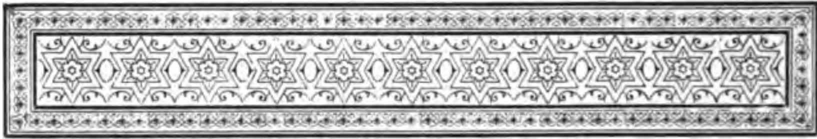
Wohl für immer ausgeschlossen wird die Photographie bleiben von den sogenannten Fundamentalbestimmungen mit Hülfe der Meridian-

Passagen- und Höheninstrumente, überhaupt allgemein ausgedrückt von allen astronomischen Messungen, sofern sie nicht Mikrometerbestimmungen sind, wobei allerdings in letztere Kategorie dann die Zonenbeobachtungen mit Meridianinstrumenten einzuschliefsen sind.

Gewifs wird man auch hierbei zum Theil das Auge ersetzen können, indem man z. B. Kreiseinstellungen erst photographirt und dann später abliest; vielleicht ist es auch sogar möglich die Auge-Ohr-Methode, oder das elektrische Registriren von Durchgängen irgendwie auf photographische Weise zu ersetzen. Zunächst bliebe es hierbei noch zweifelhaft, ob hiermit ein wirklicher Vortheil, ein Zuwachs von Genauigkeit, verbunden wäre, aber auch wenn dies der Fall wäre, so würde hiermit keine wesentliche Umgestaltung der astronomischen Methode verbunden sein. Das Meridianinstrument bleibt immer noch Meridianinstrument und die Fundamentalbestimmung der astronomischen Constanten wird ihrem Wesen nach ungeändert bleiben.[1])

[1]) Im ersten Abschnitte dieses Artikels ist auf Seite 263 ein sinnstörender Druckfehler stehen geblieben. Zeile 19 von oben mufs es statt „links“ heifsen „rechts“, und Zeile 21 statt „rechts“ „links“.





Die norwegische Nordmeer-Expedition.

Von Prof. Dr. **H. Mohn,**
Direktor des Norwegischen Meteorologischen Instituts in Christiania.[1])

(Schlufs.)

Wissenschaftliche Ergebnisse der Expedition.

Auf den drei Reisen der Nordmeer-Expedition in den Jahren 1876, 1877 und 1878 sind im ganzen 375 Lothungen, 119 Temperaturreihen und 87 Würfe mit dem Schleppnetz oder Travelnetz ausgeführt worden. Der norwegische Reichstag hat zu diesen Reisen die schöne Summe von 251308 Kronen (280000 Reichsmark) bereitwilligst hergegeben.

Der Generalbericht über diese norwegische Nordmeer-Expedition fing im Jahre 1880 zu erscheinen an, und bis jetzt sind 18 Hefte theils zoologischen, theils geophysischen Inhalts herausgekommen. Von den zoologischen Abhandlungen stehen noch mehrere aus; die geophysischen hingegen sind abgeschlossen. Die Titel derselben sind:

H. Tornöe: „Ueber den Luft-, Kohlensäure- und Salzgehalt des Meerwassers."

L. Schmelck: „Ueber die festen Bestandtheile des Seewassers." „Ueber die Ablagerungen des Meerwassers."

C. Wille: „Historischer Bericht." „Die Apparate und deren Gebrauch." „Magnetische Beobachtungen."

H. Mohn: „Astronomische Beobachtungen." „Geographie und Naturgeschichte." „Meteorologie." „Die Tiefe, Temperatur und Strömungen des Nordmeeres." „Das Piezometer als Tiefenmesser."

Unter Zugrundelegung dieser Resultate der norwegischen Nordmeer-Expedition werde ich versuchen, im folgenden eine kurze Schilderung der physikalischen Verhältnisse unseres Nordmeeres zu geben.

[1]) Aus dem norwegischen Original-Manuskripte übersetzt von F. S. Archenhold und revidirt vom Verfasser.

Der Boden des Nordatlantischen Meeres erhebt sich aus einer Tiefe von über 3000 Meter hinauf bis zu den Bänken westlich von Irland, Schottland und Faröer, südlich und westlich von Island. Die britischen Inseln liegen sämtlich auf der Bank, die den Boden der Nordsee bildet und gegen Westen einen jähen Absturz zeigt. Zwischen der südlichen Farö-Bank und der Nordsee-Bank, im Norden der Hebriden, im Nordwesten der Orkney-Inseln, giebt es einen zusammenhängenden schmalen Rücken, Wyville-Thomson-Rücken genannt, der in einer Tiefe von mehr als 600 Meter die Tiefe des nordatlantischen Meeres von der unseres Nordmeeres trennt. Diese Trennung setzt sich ohne Unterbrechung durch tiefere Stellen über die Farö-Bänke und weiter gegen Nordwest über Island bis Grönland fort. Zwischen der Farö-Bank und Ost-Island erhebt sich ein breiter Rücken in ungefähr 450 Meter Tiefe. Sein tiefster Punkt liegt 507 Meter unter der Oberfläche in der Nähe der Farö-Bank. In der Dänemark-Strafse, zwischen Island und Grönland, liegt auch ein Rücken ungefähr mitten in der Strafse, auf 66° nördlicher Breite, wo die Tiefe nur 583 Meter erreicht. Das europäische Nordmeer ist sonach unten vollständig von der Tiefe des atlantischen Meeres abgeschlossen; nur in den obersten 600 Metern können diese Meere ihre Wassermassen austauschen.

Die Nordsee ist im ganzen genommen untief; in dem südlichen Theil beträgt die Tiefe nur ungefähr 40 Meter, in dem nördlichen 100 bis 200 Meter. Längs der Westküste Norwegens, von den Bänken aufserhalb der Küste von Romsdal an, erstreckt sich eine wohl begrenzte tiefere Rinne — die norwegische Rinne — mit ihrer innern Böschung immer nahe bei der norwegischen Küste, um Lindesnes herum in das Skagerak hinein bis zur schwedischen Küste. Im Skagerak hat sie, aufserhalb Arendal, ihre gröfste Tiefe, 810 Meter. Ihre flachste Stelle, 250 Meter, liegt aufserhalb Bömmelö.

Zwischen Shetland und Faröer erstreckt sich die Farö-Shetland-Rinne gegen Südwest von der Tiefe des Nordmeers. Der Boden der Rinne liegt 1100 Meter tief. Sie wird gegen Südwest von dem Wyville-Thomson-Rücken begrenzt.

Die Tiefe des Nordmeers ist durch den von Jan-Mayen aus gegen Ost-Nord-Ost in der Richtung von Beeren-Eiland gehenden unterseeischen Rücken, den ich Querrücken genannt habe, in zwei Becken getheilt. Die tiefsten Stellen des Rückens liegen 2380 Meter unter der Meeresfläche. Das südliche Becken entspricht am meisten dem norwegischen Meer. Seine tiefste Partie — die norwegische Tiefe —

liegt westlich von Norwegen, nordöstlich von Island und südöstlich von Jan-Mayen. Ihre Tiefe beträgt 3667 Meter. Die Axe der Tiefe geht hier südnördlich; aber zwischen Jan-Mayen und Lofoten-Vesteraalen erstreckt sich ihre unmittelbare Fortsetzung gegen Osten in einer Tiefe von 2900 bis 3300 Meter. Diesen Theil nenne ich die Lofoten-Tiefe. In dem Winkel zwischen der Lofoten-Tiefe und der norwegischen Tiefe schiefst die Fortsetzung der norwegischen Küstenbänke nach der Tiefe zu wie eine Bastion ab. Gegen Westen steht das grönländische Meer durch die Jan-Mayen-Rinne, in 2000 Meter Tiefe, in direkter Verbindung mit der norwegischen Tiefe.

Nördlich des Querrückens senkt sich die gröfste Tiefe des grönländischen Meeres, westlich von Spitzbergen, über 4850 Meter welche Tiefe von der schwedischen Expedition auf „Sofia" im Jahre 1868 gelothet worden ist. Ich nenne sie die schwedische Tiefe. Der westliche Theil ist noch gänzlich unbekannt, da das Meer hier vom Gröndlandeis bedeckt ist, das in diesen hohen Breiten noch von keiner Tiefsee-Expedition durchsegelt ist. Nordnordwestlich von Jan-Mayen zeigt das grönländische Meer eine Tiefe von 2600 Meter, eine Partie, die ich nach der deutschen Nordfahrt von 1869—1870, welche hier gelothet hat, die deutsche Tiefe nenne; sie setzt sich theils in die Dänemark-Strafse, theils in die Jan-Mayen-Rinne fort.

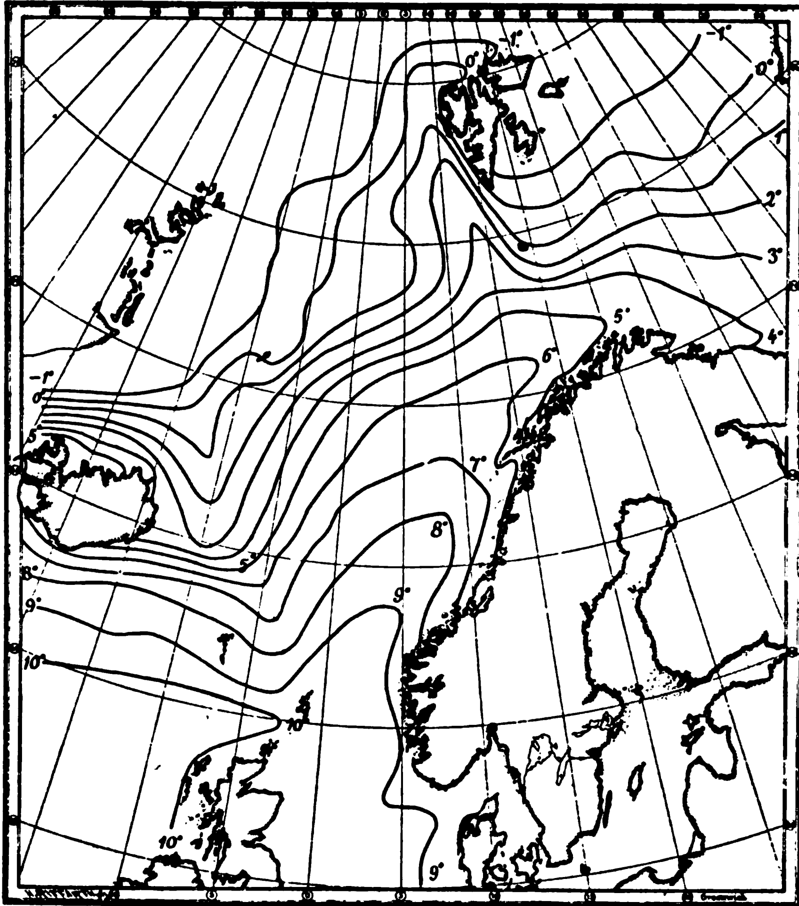
Oestlich von der Linie Westspitzbergen-Vesteraalen nähert sich der Meeresgrund im Barentz-Meer auf einige hundert Meter der Oberfläche. Dies Meer ist verhältnifsmäfsig untief, etwa 200—400 Meter. Von der murmanischen Küste bis nach Novaja-Semlja hält sich die Tiefe unter 200 Meter. Von Ostspitzbergen erstreckt sich die Beeren-Eiland-Bank mit ihren ausgedehnten, untiefen Flächen südwärts bis ein wenig südlich von dieser Insel.

Der Abfall des Bodens verläuft von der Küste aus gegen die Tiefe hin in der Regel nicht gleichmäfsig. Das erste Stück aufserhalb der Küste wird im allgemeinen von einer schwach absteigenden, verhältnifsmäfsig ebenen Fläche, der Küstenbank, gebildet, welche in gröfserem oder kleinerem Abstande vom Lande, in einer gröfseren oder kleineren Tiefe vermittelst einer Schneide in stärkere Senkung übergeht. Eine bemerkenswerthe Schneide (Egge) ist in Norwegen die grofse Schneide (Storeggen) aufserhalb der Küste von Romsdal, wo der Boden sich in einer kurzen Strecke von 200 auf 1000 Meter senkt und in noch höherem Mafse die Vesteraalenschneide, wo der Boden von 200 auf 3000 Meter in die Lofoten-

tiefe hinabschiefst. Zwischen diesen Stellen geht die 400-Meter-Linie aufserhalb der Küste Norwegens weit in das Meer hinein und die Schneide ist nicht sehr scharfkantig. In ähnlicher Weise haben Shetland, Faröer, Island, Jan-Mayen, Grönland und Westspitzbergen ihre Bänke mit mehr oder weniger ausgeprägten Schneiden als Begrenzung. An der Küste von Finnmarken sinkt der Boden schnell bis zu 200 Meter, aber aufserhalb bildet der Meeresboden eine ausgedehnte Ebene mit nur schwacher Wellenform.

Die Temperatur des Nordmeeres. Seitdem ich im Jahre 1869 zum ersten Mal eine kartographische Darstellung der Temperatur der Oberfläche unseres Nordmeeres gegeben habe, habe ich stetig gesucht, diese Karten zu verbessern. In diesen ist die Vertheilung der Temperatur dargestellt durch Jsothermen für jeden Grad Celsius. Diese Jsothermen zeigen durchgehends starke Biegungen, sie bilden zungenförmige Linien. Aus der Richtung dieser Zungen oder deren Axen kann man auf die Richtung und Beschaffenheit der Strömungen, welche ihre Ursache sind, schliefsen. Es giebt zwei Arten von Zungen, Wärmezungen und Kältezungen. Bei den Wärmezungen sind die Wurzeln wärmer als die Spitzen, bei den Kältezungen sind die Wurzeln kälter als die Spitzen. Die Karten zeigen nun, dafs die Wärmezungen ihre Wurzeln in dem atlantischen Meere haben, die Kältezungen die ihrigen in dem von Eis starrenden Grönlandsmeer oder in dem Eismeer östlich von Spitzbergen. Eine Wärmeaxe geht mit ihren Wärmezungen von Shetland nördlich aufserhalb der Küste Norwegens und sendet einen Arm östlich in das Barentz-Meer längs der Küste Finnmarkens und einen anderen Arm nördlich bis zu Spitzbergens Westküste und Nordküste. Eine Kälteaxe kommt mit ihren Kältezungen von Ostspitzbergen, eine andere aus dem Grönlandmeer östlich von Jan-Mayen und eine dritte aus demselben Meer südlich längs der Ostküste Islands. Im August ist die Wärmeaxe sozusagen auf die Westküste Norwegens geworfen, so dafs nur die westlichen Hälften der Zungen auf dem Meere zu sehen sind; sonst pafst die Beschreibung auf alle Jahreszeiten. Im Meere östlich von Spitzbergen und im westlichen Theile des grönländischen Meeres zeigt das Thermometer immer Kältegrade. Bei Shetland beträgt die Temperatur der Oberfläche 7° im März, 13° im August und 10° im Durchschnitt während des ganzen Jahres. In unserem Nordmeer liegt sie zwischen den soeben angegebenen Grenzen. Die jährliche Variation der Temperatur der Oberfläche ist am gröfsten an den Küsten, am geringsten draufsen im Meere. Im Skagerak geht sie bis über 15°, an der Westküste

Norwegens bis 11°, draufsen in dem norwegischen Meere bis 5°. Im grönländischen Meer und östlich von Spitzbergen, wo es stets Treibeis giebt, beträgt die jährliche Variation nur 1°—2°, während die Meerestemperatur selbst sich zwischen 0°, dem Schmelzpunkt des Eises und — 2°, dem Gefrierpunkt des Meerwassers hält.



Karte der Isothermen des Nordmeeres.

Die Temperatur des Meeres in der Tiefe. In grofsen Zügen läfst sich die eigenthümliche Vertheilung der Temperatur in unserm Nordmeer wie folgt beschreiben. Im nordatlantischen Meere trifft man überall Wärmegrade von der Oberfläche bis zum Boden. Die Temperatur ist am höchsten an der Oberfläche, am niedrigsten am Boden. Sie nimmt am schnellsten mit der Tiefe ab in den oberen Schichten, am langsamsten in den allertiefsten. Im Nordmeer nimmt die Temperatur in gleicher Weise mit der Tiefe ab, aber mit dem grofsen

Unterschied, dafs das Wasser im Nordmeer in den tieferen Schichten unter einer gewissen Grenze eiskalt ist und zwar unter 0°. Zwischen den Wärmegraden des atlantischen Meeres und den Kältegraden des Nordmeeres in der Tiefe ist eine bestimmte Grenze gesetzt. Das ist der zusammenhängende unterseeische Rücken, der ohne Unterbrechung die Nordseebänke mit Grönland verbindet und auf welchem die älteren und jüngeren vulkanischen Bergmassen von Faröer und Island ruhen. An der Oberfläche erstreckt sich das warme Wasser in dem südlichen Theil des Nordmeeres von der Dänemarkstrafse bis Norwegen, aber weiter gegen Norden wird seine Ausdehnung von Westen nach Osten kleiner, indem das eiskalte Wasser des grönländischen Meeres sich weiter ausdehnt. Auf dem 70. Breitengrade reicht das warme Wasser an der Oberfläche kaum bis Jan-Mayen und westlich von Spitzbergen ist es noch weniger vertreten. Auf der östlichen Seite dagegen reicht das warme Wasser bis Norwegen, bis weit hinein in das Barentz-Meer, ungefähr bis Novaja Semlja und bis zu Spitzbergens Westküste. Gegen Norden reicht es bis zum 81. Breitengrade westlich von Spitzbergen und bis zum 76. Breitengrade im Barentz-Meer. In der Tiefe wird das Areal, welches das warme Wasser einnimmt, wenn man weiter nördlich kommt, nach und nach eingeschränkt, namentlich auf der westlichen oder Grönlandsseite. Die Fläche, welche im Nordmeer die Grenze zwischen dem warmen und dem eiskalten Wasser bildet, — die isotherme Fläche für 0° — liegt bei weitem nicht überall in derselben Tiefe. Im grönländischen Meer erreicht sie die Oberfläche. An der Küste von Norwegen und Spitzbergen liegt die isotherme Fläche zumeist etwas höher als draufsen in der Mitte des Meeres, da hier das kalte Bodenwasser über die äufseren Abhänge der Bänke hinaufgesaugt wird. Draufsen im Meere liegt sie nicht am tiefsten im südlichen Theile desselben. Im Gegentheil. In der Farö-Shetland-Rinne, welche 1200 Meter tief ist, findet sich eiskaltes Wasser schon in einer Tiefe von 600 Metern und es drängt sich herauf bis zum Wyville-Thomson-Rücken, ja überschreitet diesen möglicherweise an einer einzelnen Stelle, aber in einer so dünnen Schicht, dafs sich dieselbe bald in dem warmen Wasser des atlantischen Meeres verliert. Weiter nördlich im Meere liegt 0° tiefer bis zum 70. Breitengrade, wo das warme Wasser ganz bis zu 1200 Meter hinuntergeht; alsdann aberhebt sich die Grenzscheide bis zum 80. Breitengrade, aufserhalb Spitzbergens, wo sie doch noch ganze 800 Meter tief liegt. Drinnen an den Küstenbänken Norwegens und Spitzbergens senkt sich die Nullgradslinie zuerst bis 800 Meter unter dem 64. Breiten-

grade, hebt sich alsdann bis 640 Meter aufserhalb Helgeland, senkt sich wieder bis 1020 Meter unter dem 70. Breitengrade, steigt von hier bis 660 Meter unter dem 74. Breitengrade und senkt sich wieder bis 900 Meter unter dem 78. Breitengrade aufserhalb Spitzbergens. Hier liegt sie auf dem 80. Breitengrade noch 700 Meter tief. Noch stärkere Biegungen, auf ungefähr denselben Breitengraden, zeigt die Isotherme für — 1⁰. In der oberen warmen Schicht senken sich die Isothermen von West gegen Ost in der Richtung der Westküste Norwegens und Spitzbergens. Doch sind die Verhältnisse nahe an der Küste etwas andere, indem hier eine Abkühlung vom Lande aus eintritt. Die gröfste Wärmemenge hat sich also in den oberen Schichten aufserhalb dieser Küsten angesammelt. Das untiefe Barentz-Meer hat auf dem Boden noch Wärmegrade bis zu einer Linie, die im grofsen genommen von Südspitzbergen bis zum weifsen Meere geht.

Der gröfste Theil der Tiefe des Nordmeeres ist also mit eiskaltem Wasser angefüllt. Die niedrigste Temperatur desselben geht jedoch nicht bis zum Gefrierpunkt des Meerwassers, bis — 2⁰, hinab, sondern allerhöchstens bis — 1⁰,7, nämlich nördlich von Jan-Mayen. Die norwegische Tiefe ist etwas weniger kalt als die schwedische. Das grönländische Meer ist von der Oberfläche bis zum Boden kalt, ebenso der nördliche Theil des Barentz-Meeres. Merkwürdig ist eine Meeresbodenstrecke zwischen Jan-Mayen und Norwegen, wo die Temperatur — 1⁰,2 beträgt, während sie rund herum niedriger ist, — und eine kalte Gegend östlich von der Jan-Mayen-Rinne, wo die Temperatur sogar — 1⁰,3 beträgt, während sie noch weiter südlich, gegen die Farö-Shetland-Rinne hin, bis — 1⁰,1 steigt. Diese Vertheilung der Bodentemperatur entspricht dem merkwürdigen Befund unseres Chemikers, H. Tornöes, dafs das Meerwasser gerade an den relativ wärmer bezeichneten Stellen am Boden einen geringeren Luftgehalt und gröfseren Salzgehalt, also einen mehr atlantischen Charakter hat als an den relativ kälter bezeichneten Stellen, wo der Luftgehalt ein gröfserer und der Salzgehalt ein geringerer ist, und so das Wasser eine mehr polare Beschaffenheit zeigt. Alles dieses entspricht den Biegungen, die die isotherme Fläche für — 1⁰ zeigt. Wo die isotherme Fläche sich hinunterbiegt, hat das Meerwasser ein Maximum der Temperatur und des Salzgehaltes und ein Minimum des Luftgehaltes (die Luft ist nach Tornöe bei einer höheren Temperatur an der Oberfläche von dem Meereswasser aufgenommen); wo sie sich hinaufbiegt, hat es ein Minimum der Temperatur und des Salzgehaltes und ein Maximum des Luftgehaltes. Hierdurch werden niedergehende Strömungen von

warmem (atlantischem) und aufsteigende Strömungen von kaltem (polarem) Wasser angedeutet.

Die Bänke um Island und Faröer herum, die Nordseebänke, die Küstenbänke Norwegens, der südliche und westliche Theil des Barentz-Meeres, die Bänke Westspitzbergens bis zum 81. Breitengrade und vielleicht ein kleiner Theil der Bänke von Jan-Mayen, südlich der Insel, — sind von warmem Wasser bedeckt.

Die auf den norwegischen Bänken und in den norwegischen Fjorden gemachten Beobachtungen sind von besonderem Interesse. Die Bänke schrägen sich von der Küste langsam nach auswärts ab, um alsdann aufserhalb der Schneiden sich rascher nach der Meerestiefe zu senken. Sie bilden also einen Wall zwischen der Küste und der Meerestiefe, aber dieser Wall lehnt sich direkt an die Küste an ohne eine dazwischenliegende zusammenhängende Rinne. Am innern Theil der Bänke finden sich stellenweise gröfsere oder kleinere abgeschlossene Vertiefungen. Die Fjorden bilden zumeist ähnliche Vertiefungen, indem ihre Böden gewöhnlich tiefer, theilweise sogar mehrere Hundert Meter tiefer liegen als die Oberfläche der Bänke. Der Sognefjord ist z. B. 1200 Meter tief, während die Bank an seiner Mündung nur 400 Meter tief ist. Das Allermerkwürdigste ist, dafs keines der Tiefbassins, die sich in den Fjorden oder auf den Bänken befinden, seine Ausmündung durch die Bänke zu den Meerestiefen hat. Der Wall der Bänke ist immer ohne Unterbrechung. Derselbe hält dergestalt das eiskalte Wasser von unsern Küsten ab und hindert es, in die Tiefen unserer Fjorde zu dringen. Ueberall auf den Bänken und in den Fjorden hat das Wasser Wärmegrade. Auf den Bänken beträgt die Temperatur von 7⁰ ausserhalb der Küste Romsdals, bis 4⁰ aufserhalb der Küste Finnmarkens. In den Tiefbassins ist die Temperatur in der Tiefe von 7⁰,2 im Foldenfjord, bis 3⁰,4 im Saltenfjord. Der Sognefjord und Westfjord haben 6⁰,5 in der Tiefe.

Vergleichen wir die Temperatur in den Tiefbassins mit der mittleren Jahrestemperatur der Luft, so finden wir, dafs es in der Tiefe am wärmsten ist, ausgenommen in dem der Winterkälte des Landes mehr ausgesetzten Skagerak. Vergleichen wir die Tiefentemperatur mit der mittleren Wintertemperatur der Luft, so finden wir, dafs die Tiefentemperatur überall mehrere Grade höher ist, von 5⁰ im Skagerak bis zu 11⁰ höher im Altenfjord. Und stellen wir hiernach die Temperatur der Meeresoberfläche mit der der Luft zusammen, so finden wir, dafs im Durchschnitt für das ganze Jahr die

Temperatur des Meeres 2^0 höher ist, als die der Luft. Es sind nur ein paar Sommermonate, in denen die Luft wärmer ist. Im Januar ist die Meeresoberfläche überall wärmer als die Luft und zwar mit einem Ueberschufs von 3^0 an der Skagerakküste und von ganzen 7^0 am Nordkap. Aus allen diesen Vergleichungen können wir den Schlufs ziehen, dafs es das Meerwasser ist, welches Wärme an die Luft abgiebt und dafs das Meer seine Wärmegrade an anderen Stellen erhalten haben mufs, wo die Luft wärmer ist. Dieses deutet unwiderstehlich darauf hin, die Wärmequelle in südlicheren Gegenden zu suchen, aus denen das Wasser auf unsere Bänke und in unsere Fjorde durch Strömungen hergeführt ist — ebenso wie die Zungenform der Isothermen der Oberfläche hierauf hindeutet.

In vollkommener Uebereinstimmung hiermit steht auch die von Tornöe dargestellte Vertheilung des Salzgehaltes des Meerwassers. Je näher dem atlantischen Meere, um so gröfser ist der Salzgehalt und um so geringer, je näher dem eiserfüllten Polarmeer und den niederschlagsreichen Küsten.

Der Wechsel der Temperatur im Nordmeer im Laufe eines Jahres ist ganz eigenthümlich. Im Sommer ist überall im Nordmeer die Oberfläche am wärmsten, aber im März wird die Oberfläche überall kälter als das Wasser in 200 Meter Tiefe. Wir müssen ganz hinunter bis nach Shetland gehen, um die Oberfläche in dieser Jahreszeit ebenso warm zu finden wie die tieferen Schichten. Die höchste Temperatur während des Winters findet sich im Nordmeer gleichfalls in ungefähr 200 Meter Tiefe. In grösseren Tiefen nimmt die Temperatur zu jeder Jahreszeit mit der Tiefe ab und ihre jährliche Veränderung ist unmerklich. Der Gegensatz zwischen der niedrigen Temperatur der Oberfläche und der höheren der unteren Schichten im Winter ist an den Küsten und an der Eisgrenze am stärksten. Dieses zeigt auch die Ursache an. Sie geht vom Lande oder von der in meteorologischer Hinsicht damit äquivalenten festen Eisdecke aus. Es sind die im Winter hier herrschenden kalten Landwinde, die ihre Kälte durch die starke Ausstrahlung des Erdbodens oder der Eisflächen in den langen Winternächten erhalten haben, welche die Oberfläche des Meeres abkühlen. Ihre Wirkung ist am stärksten in der Nähe des Landes und wird weiter ab vom Lande, wo die Luft auf ihrem Wege über dem wärmeren Meere erwärmt wird, schwächer. Die warme Meeresströmung, die sich in dem norwegischen Meere nordwärts bewegt, wird im Winter an der Oberfläche von der kalten Luft abgekühlt, so dafs ihre wärmsten Theile in 200 Meter Tiefe

liegen. Es sieht so aus, als ob der warme Strom unter die Oberfläche taucht, aber dies ist Täuschung. Man braucht nicht gleich einen „Polarstrom" anzunehmen, wenn man an der Oberfläche kälteres Wasser als in der Tiefe findet.

Die Landkälte erklärt Alles. Sie ist auch die Ursache des hohen Luftdrucks über dem Lande und dadurch die der Richtung der herrschenden Winde. In dieser Beziehung ist das Land dem Meere überlegen.

In der Nähe des Landes, auf den Bänken und in den Fjorden, und da, wo das Polareis während des Sommers verschwindet, zeigt sich durchgehends die Wirkung der Landkälte während des Winters in einem Minimum der Temperatur in einer gewissen Tiefe zwischen der Oberfläche und der 200 Meter-Tiefe, das auch im Sommer zu erkennen ist und noch nicht überall im Herbst verschwunden ist.

Die eigenthümliche Vertheilung der Temperatur und des Salzgehaltes im Nordmeer beruht, aufser auf den klimatischen Verhältnissen, auf der Lufttemperatur und den Niederschlägen, am meisten jedoch auf den Strömungen, die im Meere stattfinden. Das Wesen dieser Strömungen habe ich nach einer Methode zu erforschen gesucht, die im wesentlichen dieselbe ist wie die, welche wir in der Meteorologie anwenden, um die Richtung und Stärke der Winde zu studiren. Ebenso wie die Bewegungen in der Atmosphäre von der verschiedenen Gröfse des Luftdruckes an verschiedenen Stellen abhängig sind, so sind die Bewegungen des Meerwassers bedingt durch den Unterschied des Wasserdruckes in einer und derselben Horizontalen oder, wie man sie nennen kann, Niveaufläche.

Die Bewegungen des Meerwassers werden hervorgebracht und unterhalten hauptsächlich von zwei Faktoren, nämlich den herrschenden Winden und den Ungleichheiten in der Dichtigkeit des Meerwassers.

Um die Richtung und Stärke der herrschenden Winde zu finden, wie sie für das ganze Jahr im Durchschnitt auftreten, habe ich zunächst nach den Barometerbeobachtungen im Nordmeer und denen der umliegenden Länder die Vertheilung des Luftdruckes über dem Nordmeer berechnet und hieraus die entsprechende Richtung und Geschwindigkeit der Winde. Es liegt ein Minimum des Luftdruckes im Südwesten von Island und ein anderes schwächeres Minimum erstreckt sich über das norwegische Meer von Ost-Island bis hin nach dem Nordkap. Um diese Minima kreisen die herrschenden Winde in umgekehrter Richtung des Ganges der Zeiger einer Uhr. So gehen

die südwestlichen Winde westlich von Norwegen, die nordöstlichen östlich von Grönland.

Diese Winde treiben das Wasser der Meeresoberfläche mit sich und halten es in Bewegung, und diese Bewegung theilt sich den tiefer liegenden Schichten mit. Die Richtung der Bewegung wird immer durch die Form des Festlandes, der Küsten und des Meeresbodens und deren Lage in Bezug auf die Richtung der herrschenden Winde, modificirt. Das Resultat ist eine kreisende Bewegung, die das Wasser nördlich längs der Westküste Norwegens und südlich längs der Ostküste Grönlands führt.

Die Geschwindigkeit, welche die herrschenden Winde der Meeresoberfläche zu geben vermögen, habe ich aus britischen Schiffsbeobachtungen der Windstärke und Stromgeschwindigkeit in dem aequatorialen atlantischen Meer und aus Sir Leopold M'Clintocks Treiben mit der „Fox“ im Polareis der Baffins-Bai zu berechnen versucht.

Auf diese Weise konnte ich aus den herrschenden Winden die daraus folgenden wahrscheinlichen Strömungen ableiten und eine Karte derselben entwerfen, die für jede Stelle im Nordmeer die Richtung und Geschwindigkeit der Strömungen angiebt.

Aber diese Karte konnte gleichzeitig etwas anderes ausweisen, nämlich die von der Niveaufläche abweichende Form, welche die Oberfläche des Meeres während der Bewegung annehmen mufs. Eine Niveaufläche ist eine Fläche, die in jedem Punkte auf der Richtung der Schwerkraft senkrecht steht. Wenn das Meer in Ruhe wäre, so würde seine Oberfläche eine Niveaufläche bilden. Aber sobald es in Bewegung ist, entstehen auf Grund der Trägheit des Wassers Kräfte, die der Oberfläche eine von der Niveaufläche abweichende Form zu geben bestrebt sind. Solche Kräfte sind die sogenannte Centrifugalkraft und die auf der Umdrehung der Erde um ihre Axe beruhende Kraft, die auf der nördlichen Halbkugel immer bestrebt ist, einen auf der Erdoberfläche bewegten Körper nach rechts zu treiben. In unserm Nordmeer wirken diese beiden Kräfte von der Mitte des Meeres nach aufsen gegen die Küsten und stauen das Wasser gegen diese auf, so dafs es hier höher steht in Bezug auf die Niveaufläche als in der Mitte des Meeres. Die Oberfläche des Meeres wird so gewissermafsen hohl. Es ist dasselbe Phänomen wie das, welches man beobachten kann, wenn man das Wasser in einem runden Kübel herumdreht. In letzterem Falle ist es die Centrifugalkraft, welche wirkt; im Nordmeer ist es hauptsächlich die Erdrotationskraft. Die Wirkung der herrschenden Winde verbindet sich also mit der Umdrehung der Erde

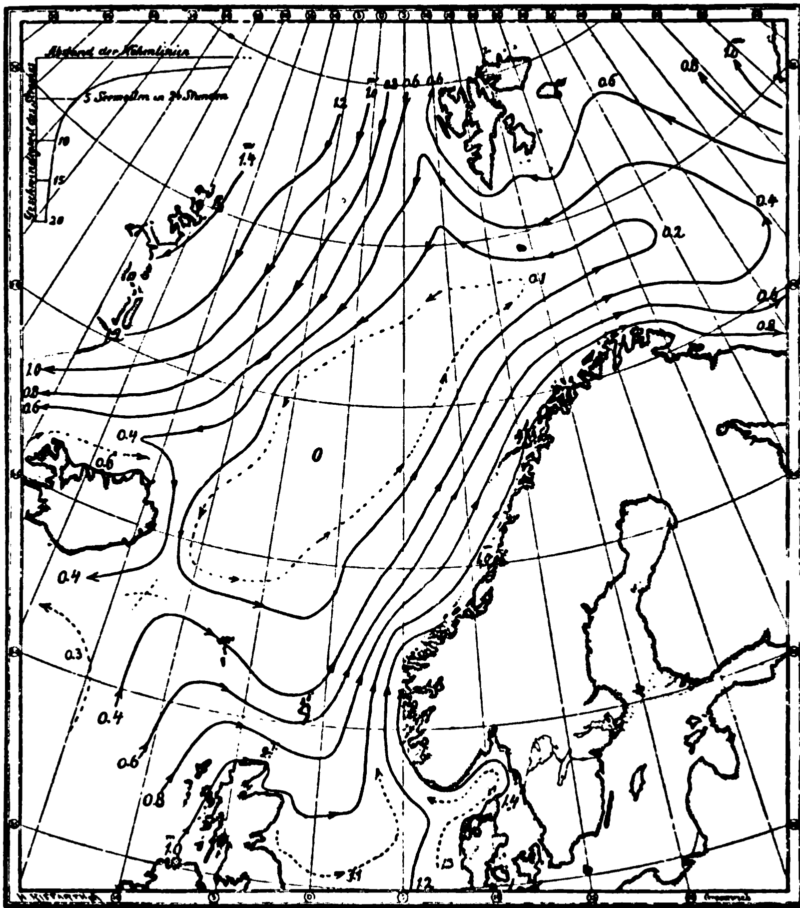
um ihre Axe, um eine Oberfläche zu gestalten und zu erhalten, die sich von der Mitte des Meeres aus gegen die Ufer hin mehr und mehr über die Niveaufläche erhebt, welche durch deren tiefste Punkte geht. Diese Fläche nenne ich die Windfläche; sie kann dargestellt werden mit Hülfe von Linien, die als Linien gleicher Höhen auf einer Karte durch die Punkte gezogen sind, welche dieselbe Höhe über derselben Niveaufläche haben. Diese Linien geben die Richtung der Strömung an, und je dichter sie liegen, desto gröfser ist die Geschwindigkeit der Strömung.

All das Süfswasser, das als Niederschlag oder durch die Flüsse und Gletscher ins Meer dringt, legt sich über das salzige Meerwasser und erhöht so die Oberfläche. Da der Niederschlag an den Küsten gröfser ist als draufsen im Meere, so arbeiten alle drei genannten Faktoren daran, das Niveau des Meeres an den Küsten zu erhöhen. Hier haben wir aber noch eine Ursache, die die Meeresoberfläche in Bezug auf die Niveaufläche hohl macht. Die durch das Süfswasser hervorgerufene Oberfläche nenne ich die Dichtigkeitsfläche. Sie ist berechnet nach der Vertheilung der ungleichen Dichtigkeit des Meerwassers, die, wie die Beobachtungen zeigen, an den Küsten am geringsten ist. Auch aus dieser hohlen Meeresfläche folgt eine entsprechende kreisende Bewegung, die in derselben Richtung vor sich gehen mufs, wie die, welche der Windfläche zugehört.

Vereinigen wir nun die Windfläche und die Dichtigkeitsfläche zu einer einzigen, indem wir in jedem Punkt deren respective Höhen über der Niveaufläche addiren, so erhalten wir eine neue Fläche, die ich die Stromfläche nenne, und welche uns, die Ungleichheiten des Luftdruckes abgerechnet, die wirkliche Oberfläche des Meeres in Bezug auf die Niveaufläche angiebt. Die Stromfläche hat ihren tiefsten Punkt zwischen Jan-Mayen und Norwegen in $68^1/_2{}^0$ Breite und 1^0 westlicher Länge von Greenwich. Sie erhebt sich über die Niveaufläche dieses Punktes an der Westküste Norwegens und Skageraks sowie bei Grönland bis über 1,4 Meter, bei Novaja Semlja bis 1,2 Meter, bei Schottland bis ein wenig über 1 Meter, bei Spitzbergen bis 1 Meter, bei Finnmarkens Küste bis 0,9 Meter, bei der Nordküste Islands und bei Jan-Mayen bis 0,6 Meter und bei Beeren-Eiland bis 0,3 Meter.

Ein Wasserpartikelchen, das auf der Stromfläche liegt, befindet sich also auf einer Hohlfläche, die nach der Mitte zu abfällt, folglich wird die Schwere bestrebt sein, es die schräge Fläche hinab zu treiben. Indem es sich aber bewegt, wird es nach rechts abgelenkt. Die Kraft, welche es

nach rechts treibt, ist gleich grofs und entgegengesetzt der Komponente der Schwere, die es nach links treibt; sie geht den Linien gleicher Höhen der Stromfläche entlang. Je dichter diese liegen, je gröfser also die Schrägheit ist, desto gröfser ist die Schnelligkeit der Strömung. Die Karte giebt so ein anschauliches Bild von den allgemeinen Strömungen in der Oberfläche des Nordmeeres.



Darstellung der Stromfläche des Nordmeeres.

Die ungleich grofsen Höhen des Wassers in der Stromfläche stellen die Druckunterschiede in der Niveaufläche dar, und die Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung könnten, wie in der Meteorologie, leicht hierauf zurückgeführt werden. Bei meinen Berechnungen der Bewegungen in der Tiefe des Nordmeeres bin ich der letzten Methode gefolgt, indem ich den Druck in Atmosphären in einer Reihe von

Punkten der Niveauflächen berechnet habe, welche in einer Tiefe von 300, 500, 1000 und 1500 Faden liegen, und hiernach die entsprechenden Isobaren oder Linien gleichen Drucks construirt habe. Hiermit ist die Aufgabe auf eine in der Meteorologie den synoptischen Karten entsprechende Basis gebracht. Nur mufs man noch berücksichtigen, dafs das Wasser sich in seinen Bewegungen nach der Form des Beckens, in dem es eingeschlossen ist, richten mufs. Aber im Meere wie in der Luft wird ein Mininum von Druck von aufsteigenden Bewegungen, ein Maximum von Druck von niedersteigenden Bewegungen begleitet sein und diese vertikalen Bewegungen werden das Wasser von unten, beziehungsweise von oben an sich saugen und so auf die horizontale Bewegung einwirken; ein hohler Raum kann im Wasser nicht statthaben.

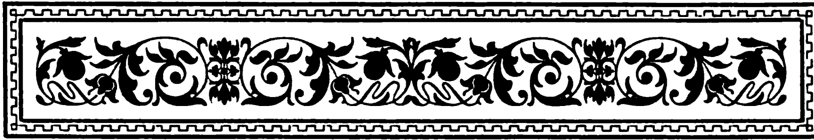
Bis zu einer Tiefe von 1000 Meter finde ich draufsen im Meere zwischen Jan-Mayen und Norwegen ein Druck-Minimum. Um dasselbe kreisen die Wassermassen cyklonisch, während in den obersten 600 Metern die Strömung an der Ostküste Grönlands unaufhörlich von dem inneren Eismeer hin zu der Dänemark-Strafse geht.

In den Tiefen von 2000 Metern bis zum Boden findet sich ein ganz anderes Drucksystem vor als in den obersten 1000 Metern, nämlich mehrere Druckmaxima und mehrere Druckminima. Die ersten geben niedersteigende, die letzten aufsteigende Strömungen. Durch diese werden alle Strömungen in der Tiefe ausgeglichen, so dafs ebenso viel Wasser auf- wie niedersteigt. Durch diese wird der Tiefe auch die Luft zugeführt, welche die Thiere zu ihrem Leben gebrauchen; es sind die Ventilatoren des Meeres. Wir finden niedersteigende Strömungen auf dem 64., dem 70. bis 71. und dem 77. Breitengrade, die das atlantische warme, salzreiche und luftarme Wasser auf Kältegrade bringen, indem es in der Tiefe von dem umgebenden kalten Wasser abgekühlt wird. Wir finden aufsteigende Strömungen auf dem 67. bis 68. und dem 74. Breitengrade, wo das kalte Bodenwasser, das ursprünglich in das Grönländische Meer hinabgestiegen ist, unter abkühlender Wirkung emporsteigt. Wo in den vertikalen Querschnitten die Isothermen und die Linien für gleichen Salzgehalt sich niederbiegen, da haben wir die niedersteigenden, wo diese Linien in die Höhe gehen, die aufsteigenden Strömungen, völlig in Uebereinstimmung mit Tornöes Resultaten. Eine andere interessante Uebereinstimmung ist es, dafs der kohlensaure Kalk am Meeresboden, der hauptsächlich in den Schalen der Foraminiferen vorkommt, die mit den Strömungen aus dem atlantischen Meer hereingeführt werden, in dem kalten Nord-

meer aber absterben und niedersinken, — nach den Bestimmungen des Chemikers Schmelck gerade an den Stellen am häufigsten sich vorfindet, wo niedersteigende Strömungen in Druckmaxima das atlantische Wasser in die Tiefe führen.

Das milde Klima Norwegens wird verständlich, wenn wir an dessen Küstenbänke denken, welche den warmen Meeresstrom vor Abkühlung von unten beschützen und gleichzeitig das Eindringen des eiskalten Wassers in die Fjorde verhindern. Die Winterkälte des Landes erzeugt Landwinde, die an der Westküste südliche Richtung haben und das warme Wasser aus dem atlantischen Meer emportreiben. Die Frühlingssonne vermag schon des Winters Eis und Schnee zu schmelzen, so dafs die Sommersonne mit voller Kraft wirken kann. — Welcher Kontrast gegen Grönland, das namentlich auf der Ostseite, aber theilweise auch auf der Westseite von einem kalten eisführenden Meeresstrom umflossen wird und das mit seinen grofsen Höhen ein Land ist, wo Schnee und Eis nie vor den Strahlen der Sonne verschwinden!





Unser Wissen über das Thierkreislicht.

Von Prof. Dr. **Wilhelm Foerster** zu Berlin.

Die im Juni-Hefte dieser Zeitschrift enthaltenen Darlegungen des Herrn Sherman in Baltimore über das Thierkreis-Licht bieten nach zwei Richtungen hin eine sehr dankenswerthe Vervollständigung meiner eigenen in dem November-Heft (1888) dieser Zeitschrift enthaltenen Mittheilungen über diesen Gegenstand. Erstens hinsichtlich einer jährlichen Periode der sogenannten Elongation des Thierkreis-Lichtes, nämlich der Strecke, um welche dasselbe sich von der Sonne aus in der Richtung nach dem der letzteren gegenüberliegenden Punkte des Thierkreises ausdehnt; zweitens hinsichtlich der Beziehungen, welche zwischen den jährlichen Mittelwerthen dieser Elongationen und der Häufigkeit der Sonnenflecken zu bestehen scheinen.

In Bezug auf die ersterwähnten Ergebnisse, nämlich die jährliche Periode der Elongationen, erlaube ich mir jedoch von der Deutung des Herrn Sherman abzuweichen.

Es ergiebt sich nämlich aus seinen offenbar sehr umsichtig abgeleiteten Zahlenwerthen, dafs die gröfste Ausdehnung des Thierkreis-Lichtes von der Sonne nach dem sogenannten Gegenschein hin, und zwar ganz überwiegend auf Grund von Beobachtungen, welche in der gemäfsigten Zone der nördlichen Halbkugel angestellt worden sind, in den Dezember fällt.

In diesem Monate aber erhebt sich der Thierkreis und der Ort des Gegenscheines in den Nachtstunden am höchsten über den Horizont dieser Erdgegenden, und es ist deshalb wohl sehr wahrscheinlich, dafs die Vergröfserung der Ausdehnung des Thierkreis-Lichtes nach dem Gegenschein hin, welche gegen den Monat Dezember ihr Maximum hat, nicht sowohl der Erstreckung des Thierkreis-Lichtes selber, sondern den viel günstigeren Bedingungen der Wahrnehmbarkeit zuzuschreiben ist, welche mit der gröfseren Höhe des Thierkreises über dem Horizonte verbunden sind. Von der Einwirkung dieser lokalen Sichtbarkeits-Bedingungen wird man erst dann frei werden, wenn man

ganz entsprechende Reihen von Beobachtungen auch von der südlichen Erdhalbkugel besitzen wird, weil in diesen Gegenden der Erde im Dezember die ungünstigsten Sichtbarkeits-Bedingungen hinsichtlich der Lage des Thierkreis-Lichtes zum Horizonte stattfinden müssen. Erst dann, wenn die Mittelwerthe aus den Elongationen, wie sie aus Beobachtungen auf beiden Erdhalbkugeln folgen, dieselbe jährliche Periode zeigen, welche von Herrn Sherman bisher nur in den Mittelwerthen aus weit überwiegenden Beobachtungen in der nördlichen Erdhalbkugel abgeleitet ist, wird man an eine objektive Erklärung solcher jährlichen Veränderungen der Elongationen zu denken haben.

Es ist sodann einleuchtend, dafs ähnliche Einwirkungen der klimatischen Sichtbarkeits-Bedingungen auch die Beziehungen zwischen dem Gange der Jahresmittel der Elongationen und dem Gange der Sonnenflecken-Häufigkeit verursacht haben können, insofern die Sonnen-Vorgänge auch durch Vermittelung der meteorologischen Verhältnisse die blofsen Sichtbarkeits-Bedingungen des Thierkreis-Lichtes beeinflufst haben könnten. Auch hier wird man die objektive Bedeutung jener Uebereinstimmung erst dann behaupten können, wenn durch Verbindung von gleichwerthigen Beobachtungen des Thierkreis-Lichtes in den verschiedensten Zonen der Erde gewisse Besonderheiten der klimatischen Schwankungen von Jahr zu Jahr, welche selber vom Sonnenflecken-Stand abhängig sein können, aus den Vergleichungsergebnissen ausgeschieden sind.

Ferner sei mir gestattet zu bemerken, dafs die Andeutungen des Herrn Sherman hinsichtlich einer Entstehung des Thierkreis-Lichtes aus schweifartigen Loslösungen von der Sonnenkorona für einen der wesentlichsten und zweifellosesten Grundzüge der bisherigen auf das Thierkreis-Licht bezüglichen Beobachtungs-Ergebnisse keinerlei Erklärung geben, nämlich für die Gebundenheit dieser Lichtstreifen an den Verlauf des Thierkreises. Herr Sherman unterläfst jede nähere Andeutung darüber, wie die von ihm angenommenen Ausströmungen der Sonne sich gerade in der Ebene der Erdbahn ausbreiten sollen; denn die wahrscheinlichste Ausbreitungsebene derselben würde, wie mir scheint, die Ebene des Sonnenäquators sein, welche bekanntlich eine so erhebliche Neigung gegen die Erdbahn-Ebene hat, dafs jene schweifartigen Ausströmungen der Sonne in die Erdbahn eigentlich nur in diejenigen Gegenden fallen könnten, nach welchen die Durchschnittslinie der Ebene des Sonnenäquators und der Erdbahn gerichtet ist. In allen übrigen Gegenden der Erdbahn könnten jene Ausströmungen der Sonnenkorona nicht in der Erdbahn, also am Himmel

nicht in der Thierkreislinie ausgebreitet zu sein scheinen. Die mit voller Sicherheit und Ausschliefslichkeit den Thierkreis entlang beobachtete Ausbreitung des in Rede stehenden Leuchtens erklärt sich aber in der einfachsten Weise nach den in meiner Darlegung gemachten hypothetischen Annahmen.

Schliefslich möchte ich noch darauf hinweisen, dafs letztere Annahmen in allerneuester Zeit eine gewisse Bestätigung dadurch zu erfahren scheinen, dafs man bei einer der letzten Mondfinsternisse eine Fortsetzung der Begrenzung des Erdschattens über den Mondrand hinaus in den scheinbar leeren Raum beobachtet hat. Diese Fortsetzung würde sich dadurch erklären lassen, dafs die von mir angenommene von der Sonne abgekehrte Ausströmung aus den höchsten Atmosphären-Schichten der Erde die Umgebung des Mondes gerade in der Finsternifs-Stellung mit feinen Massentheilen erfüllen könnte, welche im allgemeinen theils mit zurückgestrahltem Sonnenlicht, theils mit einem dem Polarlicht ähnlichen Eigenlichte zu leuchten scheinen.

Diejenigen dieser Theilchen, welche innerhalb des Erdschattens liegen, würden dann natürlich etwas weniger hell erscheinen, und so liefse sich die bei der Mondfinsternifs beobachtete Fortsetzung der Begrenzung des Erdschattens über den Mondrand hinaus einigermafsen erklären; denn es ist eine bekannte Erfahrung, dafs man derartige feine Lichtunterschiede, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen sich der Wahrnehmung entziehen, deutlich bemerkt, wenn man durch gegebene Gestaltverhältnisse einen gewissen Anhalt für die Erfassung derselben empfängt. Dieser bei den Mondfinsternissen gegebene Anhalt könnte möglicherweise eine Gegenwirkung gegen den ungünstigen Einflufs bieten, welchen das Nebenlicht des unverfinsterten Theiles der Mondscheibe auf die Sichtbarkeit feiner Lichtunterschiede in der Nähe des Gegenscheines des Thierkreis-Lichtes ausüben müfste.

Jedenfalls erscheint es rathsam, diese Wahrnehmung bei den verschiedensten Mondfinsternissen in Verbindung mit sonstigen Untersuchungen über das Thierkreis-Licht aufmerksam zu verfolgen, man kann behaupten, dafs hierdurch das Interesse an der sorgfältigen Beachtung aller bei den Mondfinsternissen hervortretenden Erscheinungen um ein Bedeutendes gestiegen ist.





Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.

Von

Dr. M. Wilhelm Meyer-Berlin.

(Schlufs.)

Die Schwerkraft der Erde regiert den Mond. Das ist bewiesen. Diese selbe Kraft strahlt auch noch weit über den Umfang der Mondbahn in den Raum hinaus. Sollte deshalb nicht auch die Bewegung der Sonne dadurch erklärt werden und die Gelehrten des Alterthums Recht behalten können, welche die Erde im Mittelpunkte des Weltalls festhielten und alle Gestirne nur um sie kreisen liefsen? Der offenbare Augenschein zeigt ja unzweifelhaft, dafs nur Eines von Beiden stattfinden kann: entweder bewegt sich die Sonne in der That um die Erde, so wie es uns scheint — und dann stellen sich die Bewegungen aller übrigen Planeten recht komplizirt und schwer verständlich heraus — oder es ist umgekehrt, d. h. die Erde bewegt sich um die Sonne, worauf sich sofort die himmlischen Bewegungen ganz wesentlich vereinfachen und die Sonne zum gewaltigen Kraftmittelpunkte eines einheitlich regierten Systems wird. Bis jetzt war die Entscheidung zwischen diesen beiden Alternativen nicht möglich; wir mufsten uns mit der allerdings sehr viel gröfseren Wahrscheinlichkeit für die Bewegung der Erde begnügen. Aber unsere gegenwärtig absolvirten mathematischen Betrachtungen geben uns nunmehr die Entscheidung darüber in die Hand; die Rechnung, die Zahlen allein können das grofse Urtheil fällen, ob die Erde aus dem Mittelpunkte der Welt verdrängt werden soll oder nicht. Gehen wir an diesen Urtheilsspruch; er ist reif.

Die erste peinliche Frage, welche wir zu diesem Examen an die Natur stellen, ist die: Wie grofs ist die Anziehungskraft der Erde in

der Entfernung der Sonne? Die letztere ist inzwischen nach bekannten Methoden ausgemessen und gleich 20 023 000 Meilen oder rund 148 600 Millionen Meter befunden. Aus dem Gesetz der quadratischen Abnahme der Schwerkraft folgt, nach der früher gefundenen Formel

$$g_1 = g \frac{r^2}{r_1^2}$$

in welcher g die oft benützte Schwerkraft auf der Oberfläche der Erde, r der Halbmesser der letzteren und r_1 ihre Entfernung von der Sonne bedeutet, dafs ein Körper in dieser Entfernung von der Erde in einer Sekunde nur um $\frac{1}{111\,300\,000}$ Meter durch ihre Schwerkraft ihr genähert wird. Um diese höchst geringfügige Gröfse fällt also wirklich die Sonne in einer Sekunde gegen die Erde hin. Dies ist nicht anzuzweifeln.

Nun fragt es sich ob die Sonne, wenn sie sich in der oben genannten Entfernung wirklich um die Erde bewegt, um so viel auf ihrer Bahn von der Tangente an dieselbe nach der Erde hin abweicht, mit anderen Worten, ob das nach der früher angewendeten Formel gefundene x gleich dem oben ermittelten g_1 ist oder im algebraischen Ausdrucke ob

$$g_1 = g \frac{r^2}{r_1^2} = \frac{2\, r_1\, \pi^2}{u^2} = x$$

ist. Hier ist u gleich der Umlaufszeit der Sonne um die Erde oder umgekehrt; also u = 365.26 Tagen oder rund 31 560 000 Sekunden. Die Rechnung ergiebt mit diesen Zahlen, dafs

$$x = 0.002945 = \frac{1}{339.6} \text{ Meter}$$

ist, ein Resultat, welches mit den vorhin gefundenen $g_1 = \frac{1}{111\,300\,000}$ Meter absolut nicht übereinstimmt. Unsere Theorie, welche in bezug auf den Mond zu so triumphirendem Einklang führte, versagt hier vollständig: Die Erde regiert nicht die Sonne, es ist umgekehrt: Die Sonne strahlt eine gewaltige Anziehungskraft aus und macht die Erde und alle Planeten sich ewig unterthan.

Alle Planeten? Ist das nicht voreilig ausgesprochen? Können wir in der eben vorgetragenen Theorie nicht noch direktere Beweise hierfür finden, als die früher entwickelten Betrachtungen von der Vereinfachung der Bewegungen enthalten, sobald wir die Bewegung der Erde um die Sonne einmal mit Gewifsheit erkannt haben? In der That sind wir diesen Beweis noch schuldig, und auch zugleich den, dafs die ungleich gewaltigere Anziehungskraft der Sonne denselben

Gesetzen unterthan ist, wie die der Erde. Sie mufs an sich konstant sein und deshalb das Gesetz der quadratischen Abnahme mit der Entfernung zeigen. Um dies zu ermitteln, können wir jeden Planeten in derselben Weise behandeln wie vorhin den Mond und müssen dabei für eine bestimmte Entfernung stets auf die gleiche Gröfse der Anziehungskraft stofsen. Sehen wir, ob dies zutrifft.

Wir müssen zu diesem Ende zunächst bestimmen, wie grofs die Anziehungskraft der Sonne überhaupt ist. Die mangelnde Uebereinstimmung der letztgefundenen Zahlen x und g_1 zeigte, dafs diese Kraft der Sonne sehr viel gröfser ist als die der Erde. Das Verhältnifs beider zu einander ist offenbar sofort gefunden, indem wir diese beiden Zahlen durch einander dividiren. Denn das früher gefundene g_1 ist doch die effektive Anziehungskraft der Erde in der Entfernung der Sonne; das x dagegen bedeutet nach unserer neuen Erkenntnifs die Gröfse, um welche die Erde durch die Sonne in jeder Sekunde wirklich von ihrer gerade fortschreitenden Richtung zu einer kreisförmigen Bahn abgelenkt wird, d. h. x ist die wirkliche Fallstrecke der Erde oder die Schwerkraft der Sonne in derselben Entfernung, in Metern und für eine Sekunde ausgedrückt, wie es auch für g_1 der Fall war. Das Verhältnifs der Schwerkraft der Sonne zu der der Erde ist also gleich

$$\frac{x}{g_1} = \frac{111\,300\,000}{339.6} = 327\,800$$

Das heifst also, die Sonne strahlt eine um beinahe den dritten Theil einer Million mal gröfsere Kraft in das Weltall hinaus als die Erde: Das ist die ungeheure Centralgewalt, durch welche die Ordnung in unserm schönen Systeme wohlthätig aber zugleich mit unerschütterlicher Konsequenz erhalten wird, und mit der die Alleinherrscherin sich ihre unbedingte Autorität über ihre Unterthanen sichert.

Von dieser ungeheuren Kraft, welche aus dem Centrum unseres Systems strahlt, können wir uns keine Vorstellung machen. Würde die Erde eine gleiche Kraft besitzen, so müfsten die Körper auf ihrer Oberfläche nicht 4.89 m in der ersten Sekunde, sondern 4.89×327800 oder rund 1 600 000 m herabstürzen und ein winziger Gegenstand, etwa ein Papierschnitzelchen von 10 mm quadratischer Seitenlänge, welches bei uns ungefähr ein Centigramm wiegt, würde durch die Anziehungskraft der Sonne herabgezogen, in unserer Hand zu einem schweren Gewichte von 327800×0.00001, also $3^1/_4$ Kilo werden: Ein Papierstückchen, das sechs Pfund wiegt: Welch ungeheurer Druck muss die

Massen in der Sonne zusammenpressen! Welche unvorstellbar grofsen inneren Kräfte arbeiten in diesem Centralherde unseres engeren Weltgebäudes und versorgen uns durch den Uebergang dieses ganz unermefslichen Druckes in Wärme und Licht mit unversiegbarer, wundervoller Lebenskraft!

Allerdings auf der Oberfläche der Sonne ist dieser Druck bei weitem nicht so bedeutend, als wir es soeben gefunden hatten. Der Durchmesser der Sonne ist sehr viel gröfser als der der Erde und wir hatten vorhin unsere Rechnung für die Entfernung des Erdhalbmessers vom Mittelpunkt ausgeführt, um überall für den Vergleich dieselben Einheiten einzuführen. Aus der bekannten Entfernung der Sonne und ihrem scheinbaren, von der Erde aus gemessenen Durchmesser können wir aber nach früher erläuterten Methoden ihre wahre Gröfse leicht bestimmen und finden, dafs die Sonne unsere Erde um das 108.6fache im Durchmesser übertrifft. Die Anziehungskraft nimmt mit dem Quadrat der Entfernungen ab; folglich müssen wir, um die Schwerkraft auf der Sonnenoberfläche zu finden, die oben ermittelte Verhältnifszahl 327 800 durch 108.6 $\times$ 108.6 dividiren, um die gewünschte Zahl gleich 27.8 zu erhalten. Ein Gegenstand, der hier ein Kilo wiegt, würde also auf der Oberfläche der Sonne 27.8 Kilo schwer sein. Liefsen wir diesen Körper frei fallen, so würde er in der ersten Sekunde offenbar 27.8 $\times$ 4.89 = 136 m herabfallen. Das sind Thatsachen, die wir von Schlufs auf Schlufs weiter vordringend und nur wirklich Beobachtetes als Prämissen einführend, entdeckt haben. Unsere Geisteskraft überzeugte uns von Dingen und Eigenschaften der Materie mit aller logischen Bestimmtheit, welche in vielen Millionen von Meilen Entfernung, für uns gänzlich unerreichbar, nothwendig vorhanden sind.

Aber noch andere interessante Schlufsfolgerungen können wir aus den ermittelten Thatsachen ableiten. Es stellt sich nämlich heraus und ist auch beinahe unmittelbar verständlich, dafs jeder Körper in demselben Verhältnifs mehr Anziehungskraft ausübt, als er schwer ist oder Masse enthält. Das ist im physikalischen Laboratorium zu konstatiren. Es folgt daraus erstens, dafs die Sonne 327 400 mal schwerer ist als die Erde. Wir haben die Sonne auf die Waagschale gelegt; sie hat uns ihr Riesengewicht verrathen müssen. Aus der Masse, welche sich in der Sonne vereinigt, könnte man folglich 327 400 Kugeln von der Gröfse der Erde und der gleichen mittleren Dichtigkeit der irdischen Gesteinschichten formen. Nun verhält sich aber bekanntlich der Rauminhalt zweier Kugeln, wie die dreimal mit sich

selbst multiplizirten Durchmesser derselben. Da also die Sonne im Durchmesser 108.6 mal gröfser ist als die Erde, so erhalten wir ihr Volum gleich 108.6 × 108.6 × 108.6 = 1280 000. Da sich auf diesen Raum die nur um 327 800 mal gröfsere Masse verbreiten mufs, so folgt also, dafs die Materie der Sonne in ihrem Körper weniger dicht gedrängt neben einander lagert wie bei uns. Die Dichtigkeit der Sonne im Vergleich zu der der Erde ist folglich

$$\frac{327\,800}{1\,280\,000} = 0.256$$

oder der vierte Theil derselben. Trotz des gewaltigen Druckes, welcher die Massen der Sonne zusammenhält, ist die Materie derselben doch viermal lockerer vertheilt wie bei uns. Da man jedoch annehmen mufs, dafs die Dichtigkeit nach dem Innern der Sonne sehr beträchtlich zunimmt, wofür die Oberflächenschichten also — wir können ja nur eine mittlere Zahl für die Dichtigkeit finden — um so lockerer sein müssen, so ist wohl aus diesem Grunde allein der Schlufs berechtigt, dafs in der Nähe der uns sichtbaren Oberfläche der Sonne sich leichte Gase befinden, wie es das Zeugnifs des Spektroskops ja in der That bestätigt.

Ich bin nun noch den Beweis dafür schuldig geblieben, dafs diese Schwerkraft der Sonne, über deren besondere Wirkungen wir uns soeben unterhalten haben, auch allen anderen Planeten gegenüber demselben Gesetze folgt, wie die der Erde, das heifst, dafs sie gleichfalls mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt. Erst wenn dieses durch die Beobachtung endgültig bewiesen ist, sind auch die übrigen Schlüsse unantastbar richtig. Der Beweis ist mit unserm inzwischen angesammelten werthvollen Material sehr leicht geliefert. Wenn nämlich dieses Gesetz der quadratischen Abnahme stattfindet, so mufs offenbar für jeden Planeten das für ihn geltende g mit dem zugehörigen x übereinstimmen. Also in algebraischer Schreibweise mufs sein:

$$x = g = \frac{2\,r\,\pi^2}{u^2}$$

und für einen zweiten

$$x_1 = g_1 = \frac{2\,r_1\,\pi^2}{u_1^{\,2}}$$

Hieraus folgt:

$$\frac{g}{g_1} = \frac{r\,u^2_1}{r_1\,u^2}$$

Nach dem Gesetz der quadratischen Abnahme der Schwerkraft mufs nun aber auch noch das Verhältnifs stattfinden:

$$\frac{g}{g_1} = \frac{r_1^2}{r^2}$$

Tragen wir diesen letzeren Ausdruck für $\frac{g}{g_1}$ auf der linken Seite der vorangehenden Formel ein, so erhalten wir endlich

$$\frac{r_1^2}{r^2} = \frac{r}{r_1} \cdot \frac{u_1^2}{u^2}$$

oder $$\frac{r_1^3}{u_1^2} = \frac{r^3}{u^2}$$

ein berühmter Ausdruck, der besagt, dafs, wenn das quadratische Gesetz der Schwerkraft auch für die Sonne gilt, die dreimal mit sich selbst multiplizirte Entfernung jedes beliebigen Planeten von der Sonne, dividirt durch seine zweimal mit sich selbst multiplizirte Umlaufszeit eine für unser ganzes System konstante Zahl sein mufs. Wir haben das sogenannte dritte Keplersche Gesetz, welches der grofse Reformator als ein wunderbares Faktum entdeckt hat, ohne es erklären zu können, als eine nothwendige Folge des Schweregesetzes erkannt. Sein Wortlaut ist bekanntlich: Die Cuben der halben grofsen Axen der Planetenbahnen verhalten sich wie die Quadrate der Umlaufszeiten.

Dafs es sich in der That so verhält, können wir aus dem uns vorliegenden Beobachtungsmaterial sofort auf das Leichteste nachweisen. Im 8. Hefte dieser Zeitschrift haben wir gezeigt, wie man durch die irdische Beobachtung allein die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne ermitteln kann. Auf Seite 485 sind dieselben angegeben. Im darauf folgenden Hefte ist ferner auch die Methode ausführlich beschrieben, welche uns in den Stand setzt, auch die Entfernungen der Planeten wenigstens in Einheiten unseres Abstandes von der Sonne zu finden. Ich will die Resultate der betreffenden Beobachtungsreihen hier neben einander stellen. Es ist für

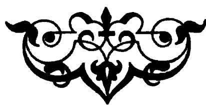
	r	u	
Merkur =	0.3871	87.97	Tage
Venus =	0.7233	224.70	„
Erde =	1.0000	365.26	„
Mars =	1.5237	686.98	„
Jupiter =	5.2028	4332.58	„
Saturn =	9.5389	10759.22	„
Uranus =	19.1833	30686.51	„
Neptun =	30.0551	60186.64	„

Welche Reihe wir auch hier herausgreifen mögen, wir werden immer, wenn wir die erste zum Cubus, die zweite zum Quadrat erheben und die erhaltenen Produkte durch einander dividiren, ein und dieselbe sehr kleine Zahl erhalten, welche als gemeiner Bruch niedergeschrieben den Zähler 1 und den Nenner 1334000 hat. Letztere Zahl giebt, wenn man die Quadratwurzel aus derselben zieht, 365.26, d. h. die Umlaufszeit der Erde um die Sonne, aus leicht ersichtlichen Gründen.

Mit der Ableitung dieses alle Planeten verbindenden wunderbaren Gesetzes ist das in so überwältigend grofsartigem Style einheitlich errichtete Weltgebäude gekrönt. Unsere Aufgabe ist erledigt. Wir haben uns überzeugt, und zwar auf dem unerschütterlich festen Fundament der logisch mathematischen Kombination von Thatsachen augenscheinlicher Beobachtung, dafs ein einheitliches, ewiges Gesetz die Bewegungen des weiten Weltalls regiert. Denn auch überall, wo wir aufserhalb unseres Systems bis in die letzten Tiefen des unergründlichen Universums Bewegungen von Himmelskörpern mit genügender Sicherheit prüfen konnten, befolgten sie ganz ausnahmslos diese grofsen drei Gesetze Keplers, die der nothwendige Ausflufs von dem einen gröfsesten sind, dem Newtonischen Gesetze von der Abnahme der Anziehungskraft mit dem Quadrate der Entfernungen.

Zum Schlufs jedoch bin ich genöthigt, diejenigen meiner Leser um Entschuldigung zu bitten, welche in diesen Aufsätzen nicht gefunden haben, was sie sonst in meinen Schriften wohl zu finden gewohnt sind. Namentlich die letzten Kapitel sind von schwerwiegenden Betrachtungen, die dem Geiste einigermafsen angestrengte Thätigkeit zumuthen, erfüllt gewesen, und Zahlen, sehr viele und sehr lange, die allein beweisen können, durften nicht weggelassen werden. Dennoch bin ich kühn genug zu behaupten, dafs diese Lekture für alle diejenigen, welche die Wollust des Erfindens kennen, von weit gröfserem Genufs gewesen ist, als irgend eine leichtfertige feuilletonistische Plauderei über Verhältnisse der Himmelsräume, die man wohl anstaunen, aber nicht begreifen kann, und welche folglich das jedem denkenden Geiste unerträglich bittere Gefühl des Zweifels zurücklassen mufs. Wer den hier vorgetragenen Betrachtungen und Schlüssen aufmerksam folgte, wird fortan dem Himmel viel näher stehen. Seinem Geiste ist der Weg erschlossen, welcher zu den Wundern der Verwaltung dieses ewigen Gebäudes geführt hat. Er wird mit grofser Genugthuung dem sterndurchwebten Firmamente seine Augen zuwenden und tiefere, er-

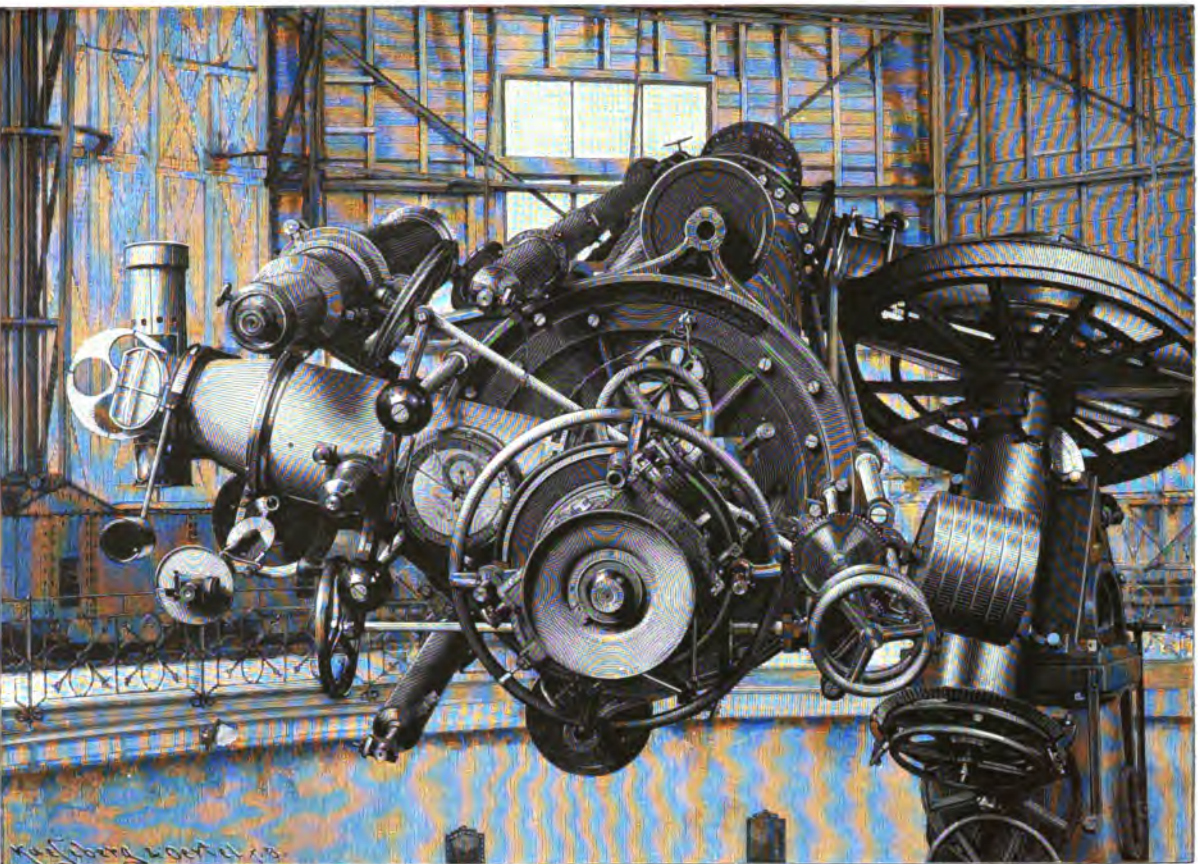
hebendere, andachtvollere Gedanken von der Einheit und ordnenden Kraft des Ganzen werden sich ihm an diesen Anblick knüpfen. Und er empfindet, wie die Erde klein, unendlich klein und noch kleiner der Mensch ist, der dennoch mit der unergründlichen Kraft seines logischen Geistes alle diese Unendlichkeiten erleuchtend umspannt. Schande Dem, der diese ihm allgütig verliehene göttliche Kraft des Gedankens schmählich verkümmern und verkommen läſst.





Das Okularende des grofsen Refraktors der Sternwarte zu Pulkowa.

Unser Titelbild, welches das Okularende des grofsen Refraktors der Sternwarte zu Pulkowa darstellt, zeigt deutlich die grofse Anzahl von Hülfsinstrumenten, mit welchen ein gröfseres Fernrohr ausgerüstet sein mufs, um in bequemer und nutzbringender Weise gebraucht werden zu können. Das Okular selbst nimmt nur den kleinen Mittelpunkt des ganzen Apparates ein. Es ist zunächst umgeben von dem wichtigsten Mefsinstrument, einem Positions-Mikrometer. Zur Rechten von diesem bemerken wir kreisförmige Handhaben, welche zur Festklemmung und zur feinen Bewegung des Fernrohrs dienen; links dagegen sehen wir oberhalb und unterhalb kleinere, schmale Fernrohre, welche die Ablesung der an den beiden Drehungsaxen befindlichen eingetheilten Kreise vom Platze des Beobachters aus ermöglichen. Das dickere Rohr, welches sich vom Mikrometer aus nach links hin erstreckt, trägt am Ende eine Lampe, deren Licht durch eine Drehscheibe mit verschiedenfarbigen Gläsern beliebig abgeschwächt werden kann und dann durch den weiten Tubus mit Hülfe kleiner Spiegel nach den verschiedensten Stellen am Instrument hingeleitet wird, wo immer eine Erleuchtung für die Beobachtungen zur Nachtzeit erforderlich ist. — Das kurze Fernrohr oberhalb des Beleuchtungstubus steht dem grofsen Refraktor parallel und dient als Sucher, indem es bei sehr schwacher Vergröfserung ein weit gröfseres Gesichtsfeld hat, als das Hauptrohr, und deshalb geeignet ist, die zu betrachtenden Objekte leicht aufzufinden und in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen. — Das Haupt-Fernrohr selbst erscheint in unserer Abbildung stark verkürzt, deutlich sind aber rechts die beiden Axen zu sehen, um welche es drehbar ist. Die mehr hervortretende dieser Axen steht steil empor gerichtet und bildet mit der Horizontalebene einen Winkel von 59° 46′, der geographischen Breite von Pulkowa. Diese Axe, Stundenaxe genannt, steht parallel der Erdaxe und mithin senkrecht zur Ebene des



Das Ocularende des grofsen Refractors zu Pulkowa.

Aequators, weswegen ein derartig aufgestelltes Instrument als „Aequatoreal" bezeichnet wird. Die andere Axe dagegen heifst Deklinations-Axe, weil durch Drehung um sie die Deklination des Punktes, nach welchem das Fernrohr hinzeigt, geändert wird. Nur bei Aequatorealen ist es möglich, das Fernrohr durch gleichmässige Drehung um die Stundenaxe vermittelst eines Uhrwerks dem einmal eingestellten Stern so nachzuführen, dafs er trotz der täglichen Bewegung beständig in der Mitte des Gesichtsfeldes bleibt.

Das Objektivglas des erst vor wenigen Jahren fertig gestellten 45 Fufs langen Fernrohrs besitzt 30 Zoll (81 cm) im Durchmesser und ist an Gröfse bis jetzt nur von dem Refraktor der Licksternwarte übertroffen worden. Die Glasmasse wurde, nachdem ein von Chauce Brothers in Birmingham gelieferter Block bei der Bearbeitung gesprungen war, von der berühmten Pariser Firma Feil unter der Aufsicht des zu diesem Zweke aus Amerika herübergereisten Herrn Alvan Clark hergestellt und erst nach zwei Jahren war der Gufs einer vollständig fehlerfreien Masse gelungen. Clark brachte nun bei der Konstruktion des Objektivs die wichtige Neuerung an, dafs er die beiden Linsen des achromatischen Systems nicht nahe an einander legte, sondern durch einen gröfseren Zwischenraum von ca. 6 Zoll trennte, wodurch eine leichtere, völlig gefahrlose Reinigung der Innenflächen, sowie auch ein schnellerer Temperaturausgleich ermöglicht wurde. — Die gesamte Montirung endlich ist von Gebrüder Repsold in Hamburg verfertigt worden und für die Bedachung des Instrumentes ist wegen des schneereichen winterlichen Klimas von Pulkowa an Stelle der sonst üblichen Kuppelform ein 55 Fufs hoher Drehthurm gewählt worden. F. Kbr.



Die submarinen Tiefebenen in ihrer Beziehung zur vulkanischen Thätigkeit. Die Untersuchung der Frage, ob die vulkanische Kraft bei der Umgestaltung der Meeresbecken betheiligt ist, bildet den Gegenstand einer von E. S. Dana in der letzten Märznummer des American Journal of Science veröffentlichten Abhandlung.

Die in der Nähe vulkanischer Inselgruppen vielfach beobachteten Tiefseethäler von bedeutender Ausdehnung, legen auf den ersten Blick die Vermuthung nahe, dafs zwischen solchen unterseeischen Einsenkungen der Erdrinde und der vulkanischen Thätigkeit Beziehungen irgend welcher Art bestehen. Man könnte etwa solche Einsenkungen

auf Unterminirungen der Erdkruste zurückführen, welche nach Mafsgabe der Erhebung vulkanischer Inseln über den Meeresboden augenscheinlich von bedeutendem Umfange gewesen sein müssen, oder auch auf einen aus der Schwere erwachsenden vermehrten Druck der Erdkruste in der Umgebung vulkanischer Gegenden, eine Spekulation, die das Empordringen schmelzflüssiger Lava alsdann dadurch erklären dürfte, dafs die sich senkenden Erdschollen in die zähflüssige Medianzone hineinragen und durch ihre pressende Kraft Gluthmassen an den benachbarten schwächeren Stellen zum Ausbruch bringen.

Allerdings giebt es, wie Dana zeigt, eine Reihe von Thatsachen, welche die Hypothese des vulkanischen Ursprunges der Tiefseemulden begünstigten, aber denen gegenüber steht eine andere Reihe von Fällen, die mit gröfserer Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, dafs die Gestaltung des Meeresbodens in der Nähe von Eruptionscentren durch diese nicht beeinflufst worden ist. Fälle der ersten Art werden im Stillen Ozean besonders häufig angetroffen. Die Lothungen haben hier die Existenz zweier kontinuirlich sich ausdehnender muldenförmiger Vertiefungen der Erdrinde in unmittelbarer Nähe der grofsen Krater Mauna-Loa und Mauna-Kea auf den Hawaii-Inseln erwiesen; eine derselben liegt nordöstlich von Oahu und besitzt eine Tiefe von 5.53 km, die andere, östlich von Hawaii, hat 5.23 km Tiefe. Hier werden also in unmittelbarer Nähe der Insel Abgründe angetroffen, deren Tiefe die mittlere Tiefe der Weltmeere bedeutend übersteigt.[1])

In dem westlichen Theile des Stillen Ozeans, und zwar an dem südlichen Ende der vulkanischen Gruppe der Ladronen, haben die Lothungen der britischen Korvette Challenger erst in 8.19 km Grund ergeben[2]), und östlich von dem japanischen Insel-Archipel und den Kurilen, eine Gegend, die mächtige Kettenvulkane aufweist, befindet sich die am meisten ausgedehnte und tiefste Einsenkung des Ozeanbodens; ihre Länge beträgt 1800 engl. Meilen und ihre Tiefe schwankt zwischen 7.32 und 8.51 km. Mehr östlich in der Nähe der Aleuten-Gruppe trifft man eine Vertiefung von gegen 7.32 km an, welche sich wahrscheinlich von den Kurilen bis nach der vulkanischen Kette der Aleuten hinzieht und in diesem Falle eine Länge von 2500 engl. Meilen erreichen würde.

Aehnliche Beziehungen zwischen vulkanischen Ketten und Ein-

---

[1]) Nach neueren Berechnungen von General Tillo beträgt die mittlere Tiefe der Ozeanbecken 3.80 km, siehe Heft 11, S. 662.

[2]) Vergl. „Himmel und Erde“, Heft 5, S. 318.

senkungen des Meeresbodens wird man bei genauerer Betrachtung der Tiefseekarten vielfach auffinden, doch dürften wohl wenige Fälle mit mehr Gewifsheit zu Gunsten des vulkanischen Ursprunges solcher ozeanischen Depressionen sprechen, als die hier in Betracht gezogenen.

Andererseits bietet der Stille Ozean längs der Küstenlinien von Nord- und Süd-Amerika überzeugende Belege für die Abwesenheit von unterseeischen Thälern gerade in Gegenden aufserordentlich starker vulkanischer Thätigkeit. Die südamerikanischen Küstenvulkane sind zahlreich und von bedeutender Höhe, und doch hat der Stille Ozean längs des ganzen Geländes hier nur zwischen 3.68 und 4.94 km Tiefe. Die einzigen Ausnahmen, welche bis jetzt gefunden wurden, sind eine wenig umfangreiche Einsenkung von 5.49 bis 6.16 km in der Nähe der Küstenlinien von Peru, sowie eine weitere unter der Breite von St. Franzisko an der Nordküste Amerikas. An der europäischen Küste des Atlantischen Ozeans waren die Vulkane wenigstens seit der silurischen Epoche reichlich vertreten, und doch weist die nichtvulkanische Seite von Nordamerika bei weitem gröfsere Senkungsfelder und mittlere Tiefen auf, als die europäische.

Die vorgeführten Thatsachen sprechen nach Dana durchaus nicht für einen mafsgebenden Einflufs der vulkanischen Thätigkeit auf die Bildung unterseeischer Thäler. Auch die Annahme, dieselben könnten irgend welchen oberflächlich wirkenden Kräften ihre Existenz verdanken, mufs zurückgewiesen werden, da die über den Meeresboden sich erstreckende Erosionsthätigkeit wohl kaum fähig war, stellenweise Thäler von solchem Umfange in die Erdrinde einzugraben.

Der Umstand, dafs die Entstehung der vulkanischen Inselgruppen des grofsen Weltmeeres wahrscheinlich auf gewaltige Dislokationen der Erdrinde, d. h. Verschiebungen ihrer Niveauflächen, zurückzuführen ist, macht es nach Dana annehmbar, dafs gerade in ihrer Nähe die schwächsten Stellen der Rinde angetroffen werden. Vielleicht sind langsame Verschiebungen längs alter Bruchlinien und die dort vorhandene geringe Widerstandsfähigkeit der Erdschollen die Ursache der Einsenkungen.

Schw.



Spektroskopische Beobachtungen am Eiffelthurm.

Nachdem der Eiffelthurm kaum vollendet ist, wird er bereits von den Gelehrten für Forschungen von höchstem Interesse benutzt. Am Sonntag den 12. Mai hat Janssen einen Versuch angestellt, der einen glänzenden neuen Beweis für seine Theorien über die Beschaffenheit der Sonnenatmosphäre liefert.

Die Luftlinie von der Spitze des Thurmes bis zum Observatorium von Meudon beträgt 7800 Meter, ebensoviel wie die Dicke der Erdatmosphäre betragen würde, wenn die Dichtigkeit der ganzen Luftmasse, welche sie bildet, anstatt abzunehmen, wenn man sich vom Mittelpunkte des Planeten entfernt, gleichmäfsig wäre, und gleich der der Luft auf der Oberfläche der Erde; infolge dessen ist die Anzahl der Luftmoleküle, denen ein vom Eiffelthurm auf das Observatorium von Meudon gerichteter Strahl begegnet, gleich derjenigen, welchen ein von der Sonne ausgehender Strahl im Sommer um Mittag begegnet.

Janssen war schon seit langer Zeit durch theoretische Erwägungen, die hier weiter keinen Platz finden sollen, die aber durch die auf dem Pic du Midi und den Grands Mulets angestellten Versuche noch bestärkt wurden, zur Ansicht gekommen, dafs die Sonnenatmosphäre keinen Sauerstoff besäfse, und dafs die Sauerstofflinien, die das Spektroskop im Sonnenlicht zeigt, nicht diesem Licht eigenthümlich, sondern einzig und allein der Veränderung zuzuschreiben sind, die dasselbe beim Durchgang durch die Luftmoleküle erleidet.

Bei dem Versuche des 12. Mai ward die Linie B, das wichtigste Merkzeichen des Sauerstoffs, in dem Spektrum des in Meudon aus einem der mächtigsten elektrischen Reflektoren des 300 Meter-Thurmes erhaltenen Strahles, der genau dieselbe Macht hatte, als wenn er von der Sonne ausgegangen wäre, gefunden; nun ist aber nach einem bekannten Gesetz der Spektralanalyse die Intensität der charakteristischen Linien eines Gases proportional zu der Anzahl der vom Lichtstrahl begegneten Moleküle; es ist daher einleuchtend, dafs die durch das Vorhandensein der Linie B angedeutete Modifikation einzig und allein dem Sauerstoff der Luft zuzuschreiben ist. Wenn man daher ein Spektroskop an der äufsersten Grenze unserer Atmosphäre aufstellen könnte, so würde der Sonnenstrahl, den es bei dessen Austritt aus dem zwischen dem Himmelskörper befindlichen leeren Raum auffängt, keine Spuren von Sauerstoff anzeigen.

Dieser Versuch ward am 19. Mai unter Verhältnissen erneuert, die ihn noch unbestreitbarer machen, indem das Prisma für die

photographischen Versuche durch ein Gitter von 3000 Parallellinien welche mit dem Diamanten auf eine Glasplatte von 0,1 m Länge, deren sich Janssen schon bedient hatte, um auf einer der Karolinen die totale Sonnenfinsternifs von 1886 zu studiren, gravirt waren, ersetzt wurde. Die Resultate waren denen vom 12. Mai identisch, die erhaltenen Beweise aber, die am 20. Mai der Akademie der Wissenschaften vorgelegt wurden, zeigen einen noch höheren Grad von Vollkommenheit.

Janssen beabsichtigt, sich als Gegenprobe mit seinen Apparaten auf einem der Thürme des Trokadero aufzustellen, d. h. auf eine Entfernung vom Eiffelthurm, die gering genug ist, dafs, da die Luftschicht eine unbedeutende ist, die Sauerstofflinien fast vollständig verschwinden; ferner soll er noch die Absicht hegen, den Kriegsminister zu bitten, ihm einen der beweglichen Projektoren, die einen Theil der Armirung der pariser Forts bilden, und die noch mächtiger als die des 300 Meter-Thurmes sind, zur Verfügung zu stellen, um ein Lichtbündel von äufserster Stärke durch seine 100 Meter lange Röhre, die reinen Sauerstoff unter dem Druck von 200 Atmosphären enthält, fallen zu lassen.

Diese Versuche sind von äufserstem Interesse für das Studium der Astrophysik, die schon so viel den Arbeiten Janssens verdankt; und es sind sicherlich nicht die letzten, denen dieses Monument, das bisher seines Gleichen nicht gehabt, infolge seiner Ausnahmestellung eine ebenso kostbare wie ungehoffte Unterstützung leihen wird.

Berghaus, Major a. D.



Entstehung der elliptischen Bewegung der Kometen.

Wir kennen gegenwärtig bereits eine Reihe von Kometen, (etwa 14 wiederholt beobachtete) deren Bewegung im Sonnensystem elliptisch ist, die also in bestimmten Perioden zum selben Punkte ihrer Bahn zurückkehren und dann von der Erde aus unter mehr oder weniger günstigen Verhältnissen wieder gesehen werden können. Die weitaus gröfsere Zahl der Kometen hat parabolische Bewegung, durchwandert also nur unser Sonnensystem, ohne jemals wieder dahin zurückzukehren. Man hat die Entstehung der elliptischen Bewegung einzelner Kometenindividuen aus Störungsursachen in den Bahnen parabolischer Kometen erklärt, indem vermöge der Anziehungskraft der Planeten von grofser Masse (namentlich durch Jupiter) so bedeutende Störungen parabolischer Bewegungen stattfinden können, dafs die Bahn dieser Kometen eine ganz wesentliche Veränderung erleidet. Tisserand hat nun vor kurzem speciell die Einwirkung des Jupiter auf den Lauf parabolischer Kometen näher untersucht,*) die dieser Planet unter Umständen durch seine Bahnstörungen ausüben kann. Er betrachtet unter Zugrundelegung des mittleren Abstandes von Sonne und Jupiter, der Masse und Bewegungsverhältnisse des letzteren die Bahn, welche entsteht,

*) Compt. rend. 23. April 1889.

wenn ein mit parabolischer Geschwindigkeit in die Attraktionssphäre des Jupiter eingedrungener Komet diese Sphäre wieder verläfst. Es zeigt sich, dafs die Halbaxen der neuen Bahnen einen bestimmten Werth wohl kaum je überschreiten können. Den Kometen kommt dann auch immer eine gewisse Excentricität zu, die ebenfalls in Grenzen eingeschlossen ist. Tisserand findet, dafs für die Halbaxe einer Kometenbahn

von 3.0 die Exentricität gröfser als 0.69
„ 3.8 „ „ „ „ 0.52

sein müsse.

Seit geraumer Zeit vermuthet man, dafs die Entstehung der elliptischen Kometenbahnen nicht blofs in grofsen Störungswirkungen des Jupiter ihre Ursache haben dürfte. sondern dafs dabei wahrscheinlich Bewegungsvorgänge im Innern der Kometen selbst Anlafs zu Bahnveränderungen geben. Allbekannt ist die Theilung des Bielaschen Kometen in zwei Körper, die verschiedene Bahnen verfolgt haben; oder die des Kometen Liais im Frühjahre 1860. Die aufmerksame Verfolgung einer Reihe hellerer Kometen der neueren Zeit hat zur Entdeckung merkwürdiger Veränderungen und Neubildungen in Kometenköpfen geführt, von welchen hier nur auf die Kometen Sawerthal („Himmel und Erde“ Oktoberheft) 1882 II (Aprilheft) und Brooks 1889 (vorlieg. Heft) verwiesen sei. Es liegt sehr nahe anzunehmen, dafs die so grofse Erscheinungen bewirkenden Kräfte auch auf die Bahn des Körpers, in welchem sie auftreten, Störungen ausüben und diese also verändern könnten. Diesen Gedanken hat neuestens Bredichin in einem Aufsatze „Sur l'origine des Comètes périodiques**) verfolgt. Er sieht in der Theilung und in den grofsen Veränderungen der Kometenköpfe das Resultat einer eruptiv wirkenden Kraft, die nach ihrer Stärke und Richtung bisweilen geeignet sein kann, Kometentheile in elliptische Bahnen zu schleudern. Die diesbezügliche von ihm vorgenommene mathematische Untersuchung der Frage zeigt, dafs man die Aehnlichkeit der Bahnelemente zweier Kometen von der Gröfse des Stofses ableiten kann, welcher die Theilung des Urkometen bewirkt hat; diese Stofsstärke selbst aber hängt wieder vornehmlich von der Periheldistanz des erzeugenden Kometen ab. Die Rechnung unter Annahme einer bestimmten Gröfse der theilbildenden Kraft ergiebt, dafs man mit gewissen Werthen derselben für die mittleren Periheldistanzen der Kometenbahnen thatsächlich die ungefähren Verhältnisse der existirenden elliptischen Kometen, nämlich Halbaxen und Umlaufszeiten, erhalten kann. Bei jenen Kometen, deren Durchschnitts-Periheldistanz kleiner als 0.1 ist, würde man mit der Stofsstärke 0.0375 eine Halbaxe von 3.7 und eine Umlaufszeit von 7.1 Jahren bekommen, also damit die mittleren Verhältnisse dieser Kometen treffen. Bredichin hat, um die Anwendung seiner mathematischen Theorie auf die uns gegenwärtig bekannten Kometenbahnen zu zeigen, letztere in 4 Gruppen getheilt: in jene zwischen 60—76 Jahre Umlaufszeit, jene von 22—33, 10—14 und 5—7 Jahre. Unter Voraussetzung der Periheldistanz 0.04 würden für diese vier Gruppen folgende Geschwindigkeiten nothwendig gewesen sein und folgende Halbaxen sowie Umlaufszeiten hätten darin auftreten müssen:

	Geschwindigkeit	Halbaxe	Umlaufszeit
In der ersten Gruppe	0.008	17.6	73.8 Jahre
„ „ zweiten „	0.014	10.3	33.1 „
„ „ dritten „	0.024	5.8	14.1 „
„ „ vierten „	0.043	3.3	6.0 „

**) Bullet. de la société imp. des Nat. de Moscou. 1889. No. 2.

Aus diesen und anderen Ausführungen schliefst Bredichin, dafs der Gedanke, aus der Aehnlichkeit der Bahnelemente mehrerer elliptischer Kometen untereinander auf einen gemeinsamen Ursprung derselben aus einem Urkometen zu schliefsen, wissenschaftlich ganz berechtigt sei. Trotz der oft nicht unbeträchtlichen Abweichung der Periheldistanzen und Bahnneigungen mehrerer elliptischer Kometen von nahe gleicher Umlaufszeit dürfte diesen Kometen eine und dieselbe Entstehungsquelle zugesprochen werden. So ist Bredichin geneigt, für die Kometen Lexell (Umlfszt. 5.63 Jahre), de Vico (5.47), D'Arrest (6.69) und Tempel II (5.21) einen Urkometen anzunehmen, welcher diese Haarsterne durch Theilung erzeugte. Die elliptischen Kometen 1845 III, 1857 IV, 1861 I, 1840 IV (zwischen 250—400 Jahren Umlaufszeit) und andere wären seiner Meinung nach ein Eruptionsresultat, wenngleich auch die deformirende Kraft Jupiters auf diese Bahnen bei dergleichen Betrachtungen nicht zu läugnen und zu vernachlässigen sei. Die Kometen von 1672, Tuttle und Pons Brooks entstammen demselben Objecte, der Enckesche Komet endlich hätte möglicherweise seinen Urahnen in dem grofsen Kometen von 1231 zu suchen. — Den Bredichinschen Ausführungen kann selbstverständlich manches entgegengehalten werden, immerhin aber ist es werthvoll, die interessante Frage über den Ursprung der elliptischen Kometen von diesem Standpunkte aus betrachtet zu sehen. *



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat September-Oktober.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

		Aufgang	Untergang
17. Sept.	Letztes Viertel	10h 12m Ab.	2h 17m Nm.
18. „	Erdferne	10 59 „	3 11 „
25. „	Neumond	5 49 Mg.	6 28 „
1. Oktob.	Erdnähe	1 41 Nm.	9 25 Ab.
2. „	Erstes Viertel	2 44 „	10 26 „
9. „	Vollmond	5 59 „	6 15 Mg.
15. „	Erdferne	8 49 Ab.	1 4 Nm.

Maxima der Libration: 24. September, 9. Oktober.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
14. Sept.	13h 0m	— 8° 30'	8h 7m Mg.	6h 45m Ab.	9h 9m	+16° 27'	1h 58m Mg.	5h 10m Nm.
18. „	13 17	—10 43	8 20 „	6 34 „	9 29	+15 14	2 9 „	5 7 „
22. „	13 31	—12 38	8 29 „	6 21 „	9 47	+13 53	2 20 „	5 2 „
26. „	13 43	—14 10	8 34 „	6 8 „	10 6	+12 26	2 31 „	4 57 „
30. „	13 51	—15 9	8 32 „	5 54 Nm.	10 25	+10 53	2 43 „	4 51 „
4. Okt.	13 53	—15 25	8 20 „	5 40 „	10 43	+ 9 14	2 54 „	4 44 „
8. „	13 49	—14 40	7 55 „	5 23 „	11 2	+ 7 31	3 6 „	4 38 „
12. „	13 37	—12 44	7 16 „	5 8 „	11 20	+ 5 45	3 19 „	4 31 „

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
16. Sept.	9h 54m	+14° 6'	2h 51m Mg.	5h 35m Nm.	17h57m	—23°28'	2h27m Nm.	10h 1m Ab.
22. „	10 8	+12 49	2 50 „	5 18 „	17 59	—23 29	2 6 „	9 40 „
28. „	10 23	+11 30	2 47 „	5 1 „	18 1	—23 30	1 44 „	9 18 „
4. Okt.	10 37	+10 9	2 46 „	4 44 „	18 4	—23 30	1 24 „	8 58 „
10. „	10 51	+ 8 46	2 44 „	4 26 „	18 7	—23 31	1 3 „	8 37 „
16. „	11 5	+ 7 22	2 42 „	4 10 „	18 11	—23 30	0 43 „	8 17 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
14. Sept.	10h 0m	+13°30'	3h 12m Mg.	5h46m Nm.	13h16m	— 7° 28'	8h 18m Mg.	7h 6m Ab.
22. „	10 4	+13 11	2 46 „	5 16 „	13 18	— 7 39	7 49 „	6 35 „
30. „	10 7	+12 53	2 20 „	4 46 „	13 20	— 7 50	7 21 „	6 5 Nm.
8. Okt.	10 11	+12 37	1 53 „	4 17 „	13 22	— 8 1	6 52 „	5 35 „
16. „	10 14	+12 21	1 25 „	3 47 „	13 24	— 8 12	6 26 „	5 8 „

	Neptun*)			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Sept.	4h 12m	+ 19° 25'	8h 47m Ab.	0h 39m Nm.
28. „	4 11	+ 19 24	7 48 „	11 40 Vm.
13. Okt.	4 10	+ 19 20	6 48 „	10 38 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

22. Sept. II. Trab. Verfinst. Austritt 7h 24m Ab.
1. Oktob. I. „ „ „ 7 16 „

4. Sternbedeckungen durch den Mond.
(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
17. Septemb.	* ζ Tauri	3.3m	2 6m Morg.	2h 29m Morg.
29. „	* Ψ Ophiuchi	5.0	6 9 Ab.	7 12 Ab.
13. Oktober	* 1 Tauri	5.5	7 56 „	8 49 „
15. „	* η Gemin.	3—4	4 21 Morg.	5 38 Morg.

*) Einige bemerkenswerthe scheinbare Annäherungen der Planeten an Regulus und Spica finden am 19., 20. und 25. Sept. statt u. z. steht

am 19. Sept. Morg. Merkur nahe bei Spica
„ 19. „ „ Saturn „ „ Regulus
„ 20. „ „ Mars „ „ „
„ 25. „ Nachm. Venus „ „ „

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1889 Rectas.				Declin.	
S Ceti	1. Oktob.	7m	10.11m	0h	18m	25s	—	9°	56'
U Monoc.	4. „	6	7	7	25	29	—	9	33
U Virginis	26. Sept.	7.8	12.13	12	45	28	+	6	10
S Librae	22. „	8	12.13	15	15	1	—	19	59
W Herculis	20. „	8	12	16	31	18	+	37	34
S „	29. „	6	12	16	46	50	+	15	8
R Scuti	3. Oktob.	5	8.9	18	41	34	—	5	49
R Cygni	4. „	6	13	19	33	50	+	49	57
R Delphini	1. „	7.8	13	20	9	34	+	8	45
T Aquarii	15. Sept.	6.7	12.13	20	44	5	—	5	33
S „	14. Oktob.	8	11.12	22	51	9	—	20	56

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 20., 25., 30. Sept., 5., 10., 15. Oktob. Morg.
Algol . . 19. Sept. Ab., 25. Nm., 1. Okt. Mg., 6. Mttn., 12. Ab.
U Coronae . . 16. Sept. Ab., 23. Ab., 30. Nm., 7. Oktob. Nm., 14. Mttg.
U Ophiuchi . (Jedes 4. Min.): 17. Sept. Mg., 20. Nm., 23. Ab., 27. Mg., 30. Nm., 4. Okt. Mg., 7. Mg., 10. Ab., 14. Mg.
Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 19. Sept. Mg., 23. Nm., 28. Mg., 2. Okt. Nm., 7. Mg., 11. Nm.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 27. Sept.
β Lyrae . . 24. Sept., 6. Okt.
η Aquilae . . 19., 27. Sept., 4., 11. Okt.
δ Cephei . . 20., 25. 30. Sept., 6., 11. Okt.

6. Meteoriten.

Den Hauptschwarm des Monats Oktober bilden die „Orioniden", welche vom 9. bis 29. aus einer Himmelsgegend nahe der Keule des Orion schwärmen und ihr Maximum um den 18. Oktober zeigen. (Radiationspunkt: AR=92°, D=+15°). Der Schwarm wird, da der Mondschein nicht mehr störend ist, gut verfolgt werden können. Die Oktobernächte verdienen übrigens auch in Bezug auf einige andere sporadisch auftretende Meteorströme die Aufmerksamkeit der Beobachter.

7. Nachrichten über Kometen.

Der Barnardsche Märzkomet, auf dessen jetzt günstigere Sichtbarkeit wir im Junihefte hingewiesen haben, erreicht mit Anfang September bei fortwährend südlicher Bewegung den nördlichen Theil des Sternbildes Eridanus; seine Helligkeit beträgt dann um ein Drittel mehr als bei der Entdeckung.

Der Komet, den Barnard am 23. Juni aufgefunden hat, ist nach den übereinstimmenden Berichten der Beobachter sehr schwach. Die Sonnenhöhe dieses Gestirns dürfte um den 21. Juni eingetreten sein; es bewegte sich im Juli und August mit sehr geringer Deklinationsveränderung quer durch das Sternbild des Perseus und wird Anfang September in den nördlichsten Theil des Fuhrmanns treten; die Entfernung von der Erde nimmt zu und die Helligkeit sinkt dann auf ein Drittel jener bei der Entdeckung.

Am 6. Juli wurde von Brooks in den „Fischen" ein Komet gefunden, welchen die Beobachter als etwas länglich oder kurz geschwänzt bezeichneten. Der Komet war nicht zu schwach und besafs eine nördliche Bewegung. Laut einer telegraphischen Nachricht ist am 1. August auf dem Lick-Observatorium an diesem Objekte das merkwürdige Phänomen einer Dreitheilung wahrgenommen worden.

Aus Queensland wird von Davidson die Entdeckung eines hellen Kometen am 21. Juli gemeldet. Der Komet stand in dem südlichen Sternbild des Centaur und bewegte sich nordwärts.



. Bezüglich der in unserem neunten Hefte wiedergegebenen Mondphotogramme erfahren wir nachträglich von Herrn Prof. Holden, dafs dieselben von Herrn Prof. Burnham, Astronomen der Lick-Sternwarte, aufgenommen worden sind.





A. Blytt. The probable cause of displacement of beachlines, with two additional notes. Christiania, 1889, in Kommission bei Jakob Dybwad.

Howorth sowohl wie Sueſs haben aus dem Vorkommen paralleler Strandlinien und Terrassenbildungen an den Küsten des hohen Nordens und Südens den Schluſs gezogen, daſs die Pole des Erdballs Zentralpunkte seien, um welche die Landmassen seit der jüngsten geologischen Epoche in aufsteigender Bewegung begriffen sind. Die Erklärung dieses Vorganges sucht Sueſs in einem dauernden Abströmen der Meeresgewässer von den höheren nach den niedrigeren Breiten und bezeichnet gelegentlich als mögliche Ursache solcher ozeanischen Wasserversetzung eine Vermehrung der Schwungkraft des Erdballs, die eine Beschleunigung der Rotation in der letzten geologischen Zeitepoche bedingen würde.

Hiergegen bemerkt A. Blytt mit vollem Recht, daſs die Astronomie keine Gründe für eine Verkürzung der Rotationsdauer unseres Weltkörpers anzugeben weiſs; vielmehr macht sie uns mit einer anderen, durch die Erfahrung noch nicht hinlänglich verbürgten, aber theoretisch doch gesicherten Lehre vertraut, welche gerade zu entgegengesetzten Folgerungen führt. Es ist dies die Lehre von der Verzögerung der Erdumwälzung durch die sogenannte „Fluthreibung“. Da nämlich unser Weltkörper vermöge der täglichen Drehung unter der durch die Mond- und Sonnenanziehung zurückgehaltenen Ozeanfluthwelle fortrollt, muſs ein Theil der lebendigen Kraft des Umschwungs durch die Reibung dieser Welle gegen den Meeresboden in Wärme umgesetzt werden, und in dem beständigen Wirken der Gezeitenreibung liegt somit eine Ursache für eine dauernde Zunahme der Tageslänge. Diese von Kant zuerst ausgesprochene Idee ist von R. Mayer, Thomson, Delaunay und Ferrel als folgerecht anerkannt worden, während ihre tiefere Behandlung durch G. H. Darwin für die Kosmogonie Gesichtspunkte von weittragender Bedeutung eröffnet hat.

In der oben genannten Schrift hat nun der Verfasser mit dieser Lehre eine Hypothese zur Erklärung der Niveauänderungen zwischen Festland und Meer in Verbindung gebracht. Dabei geht er von der durch Darwin (Nature, 1886, S. 422) näher begründeten Vorstellung aus, daſs die Abnahme der Schwungkraft Spannungen im Innern der plastischen, nicht absolut starren Materie unseres Weltkörpers erzeugt, durch deren zeitweise erfolgende Ausgleichungen die Erdgestalt sich mehr und mehr der Kugelform zu nähern sucht. In der hiermit verbundenen Anschwellung des festen Erdganzen rings um die Pole und in der sie begleitenden Zusammenziehung am Aequator sucht der Verfasser die wahrscheinliche Ursache der Veränderlichkeit in den Grenzlinien

zwischen Festland und Meer. Allerdings werden bei verminderter Fliehkraft auch die Wassermassen der Oceane nach den Polen zu strömen, die ungleiche Widerstandskraft der festen Erdschollen kann indessen unter dem Einflufs der inneren Kräfte stellenweise Erhöhungen des Festlandes gegen den Seespiegel bedingen, so dafs die in höheren Breiten beobachteten negativen Verschiebungen der Strandlinien sich mit dieser Hypothese sehr wohl vereinbaren lassen.

In Uebereinstimmung mit Lapparent spricht sich Blytt für die Möglichkeit einer regelmäfsigen Wiederkehr der Schwankungen zwischen dem festen und dem flüssigen Elemente aus, und will dies theoretisch dadurch begründen, dafs die Intensität der Fluthwelle und folglich auch die Rotationsdauer mit der Excentricität der Erdbahn periodischen Veränderungen unterworfen ist; innerhalb des gröfsten und kleinsten Werthes der Excentricität soll die flutherregende Kraft um $^{1}/_{525}$ ihrer Gröfse variiren können.

Wesentliche Schwierigkeiten erwachsen dem Verfasser dadurch, dafs er bei plausiblen Voraussetzungen über die Verlängerung des Sterntages aus seiner Hypothese nur auf Schwankungen zwischen Festland und Meer von wenigen Metern schliefsen kann,*) womit in anbetracht der bedeutenden Niveaudifferenzirungen, welche seit der Tertiärepoche stattgefunden haben, der geologischen Wissenschaft wenig gedient ist. Aus diesem Grunde erscheint auch der Versuch des Verfassers etwas gewagt, jene gewaltigen Katastrophen, von denen die marinen Ablagerungen verschiedener Perioden, sowie die häufigen Wechsellagerungen rein mariner Schichten mit Land- und Süfswasserbildungen Zeugnifs ablegen, auf periodische Veränderungen der Rotation infolge der geringen Excentricitätsschwankungen der Erdbahn und der Gezeitenreibung zurückzuführen.

Ein weiterer Theil der Schrift hat die Vergleichung der astronomischen Excentricitätsperiode mit der Reihe geologischer Formationen zum Gegenstand. Es wird hier der Versuch gemacht, an der Hand eines Curvenzuges, welcher die Schwankungen der Exentricität in ihrer Abhängigkeit von der Zeit vorführt, Mafsbestimmungen für die Dauer der hauptsächlichsten geologischen Epochen zu erzielen.

Dr. P. Schwahn.



Jahrbuch der Naturwissenschaften, 1888—89, herausgegeben von Dr. Wildermann. Verlag von Herder, Freiburg i./Br.

Das vorliegende Jahrbuch der Naturwissenschaften bietet in knapper und klarer Darstellung einen zusammenfassenden Bericht über die Fortschritte in den gesamten Naturwissenschaften im Laufe des letzten Jahres und ist darum ganz besonders jenen Lesern unserer Zeitschrift zu empfehlen, welche auch auf den von derselben nicht vertretenen Gebieten der Naturwissenschaften über die neuesten Forschungsergebnisse unterrichtet zu bleiben wünschen. Die Redaktion läfst an Sorgfalt und Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig und die Korrektheit des Inhaltes ist dadurch verbürgt, dafs die einzelnen Disziplinen von namhaften Spezialforschern bearbeitet worden sind.

---

*) Nach J. E. Todd mufs bei 10 Secunden Verlängerung der Rotationsperiode der Aequatorealradius der Erde um 5.6 Meter abnehmen und die Verlängerung der Polaxe 11.2 Meter betragen. (Geological Effects of a varying Rotation of the Earth, Amer. Naturalist. XVII, 1883).

Neben den theoretischen, experimentellen und beschreibenden Naturwissenschaften sind in besonderen Abschnitten auch die angewandte Mechanik, die Forst- und Landwirthschaft, die Anthropologie und Urgeschichte, Gesundheitspflege und die medizinischen Wissenschaften, Handel, Industrie und Verkehr, und endlich auch die Länder- und Völkerkunde behandelt. Zum Schlusse finden wir noch einige sehr willkommene Zugaben in einem Bericht über die 61. Naturforscher-Versammlung, einem astronomischen Jahreskalender für 1889/90, und endlich noch einem leider ziemlich reichhaltigen Todtenbuch. Der überaus reiche und mannigfaltige Inhalt des 36 Bogen starken Bandes wird jedem Leser eine Menge interessanter Mittheilungen bieten. Wir wünschen dem verdienstvollen Unternehmen auch ferner den guten Erfolg, welchen bereits der vorangegangene Jahrgang errungen hatte.



Verzeichnifs der vom 1. Februar bis zum 1. August 1889 der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

A. Blytt, The probable cause of the displacement of beach-lines (Second additional note). Christiania, A. W. Brogger, 1889.

F. Busch, Beobachtungen über die Polarisation des Himmelslichtes, insbesondere zur Zeit der Abenddämmerung. Meteorologische Zeitschrift, 1889.

P. Carus, Fundamental Problems. The Method of Philosophy as a systematic Arrangement of Knowledge, Chicago, Open Court Publishing Company, 1889.

K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrbuch, 1887. Wien, W. Braumüller, 1888.

K. Geodätisches Institut, Polhöhenbestimmung aus dem Jahre 1886 für zwanzig Stationen nach dem Meridian des Brockens vom Harz bis zur dänischen Grenze. Berlin, Stankiewicz, 1889.

J. Hann, Untersuchungen über die tägliche Oscillation des Barometers. Wien, K. K. Hof- u. Staatsdruckerei, 1889.

P. Hayn, Der Ursprung der Grubenwasser. Mit 6 graphischen Darstellungen. Freiberg i/S., Graz & Gerlach, 1887.

H. Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, No. 1 von Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Leipzig, W. Engelmann, 1889.

F. Hoffmann, Der Sinn für Naturschönheiten in alter und neuer Zeit. Hamburg, A. G. vorm. J. F. Richter, 1889.

E. S. Holden, Publications of the Lick Observatory of the University of California. Sacramento, J. D. Young, 1887.

Jahrbuch der Naturwissenschaften 1888—1889. Mit 18 in den Text gedruckten Holzschnitten. Freiburg i/B., Herder, 1889.

M. Kirchner, Die geographische Länge und Breite von Duisburg. Altenburg, Pierer'sche Hofbuchdruckerei, 1889.

C. Koppe, Ueber die Prüfung von Aneroiden, Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Instrumentenkunde. Springer, Berlin, 1889.

C. Koppe, Die Photogrammetrie oder Bildmefskunst. Weimar, Deutsche Photographen-Zeitung, 1889.

A. Krebs, Beiträge zur Kenntnifs und Erklärung der Gewitter-Erscheinungen auf Grund der Aufzeichnungen über die Gewitter Hamburgs in den Jahren 1878—1887. Stuttgart, J. Maier, 1889.

A. Lancaster, Le Climat de la Belgique en 1888. Bruxelles, F. Hayez, 1888.

R. Lepsius, Geologie von Deutschland und den angrenzenden Gebieten. Erster Band, Lieferung I und II. (Mit einer geologischen Karte und zahlreichen Profilen im Texte. Stuttgart, J. Engelhorn, 1887.

R. Paarmann, Die Schöpfung und das Geistige in derselben. Eine naturwissenschaftliche Studie. Königsberg, Hartung, 1889.

J. Palisa, Wie man sich die Zeit bestimmen kann. Vortrag, gehalten im Wissenschaftlichen Club in Wien am 21. März 1889.

E. Pasquier, De l'Unification des heures dans le service des chemins de fer. Bruxelles, Economie financière, 1889.

E. Pasquier, Apropos du „Canon des Eclipses“ d'Oppolzer, Extrait de la Revue Ciel et Terre, 1889.

E. Pasquier, Encore le Canon des Eclipses, Reponse à M. Flammarion, Extrait de la Revue Ciel et Terre, 1889.

B. Peter, Monographie der Sternhaufen G. C. 4460 und G. C. 1 440, sowie einer Sterngruppe bei o Piscium. Mit 2 Tafeln und 2 Holzschnitten. Leipzig, S. Hirzel, 1889.

J. Radanyi, Die Rotation der Himmelskörper oder das Gesetz der Axendrehung und Bahnbewegung. Kronstadt, Alexi, 1889.

A. Ritter, Untersuchungen über die Constitution gasförmiger Weltkörper. Leipzig, J. A. Barth, 1889.

R. Röttger, Erdbeben. Hamburg, A.- G. vorm. J. F. Richter, 1889.

J. L. Sanguet, Tables trigonométriques centésimales. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889.

J. V. Schiaparelli, Sulla Distribuzione Apparente Delle Stelle Visibili Ad Occhio Nudo. Milano, Ulrico Hoepli, 1889.

J. F. H. Schulz, Zur Sonnenphysik I, Separatabdruck aus dem Repertorium der Physik. Wien, 1888.

Schweizerische Geodätische Commission, Das Schweizerische Dreiecksnetz, Band IV, Die Anschlufsnetze der Grundlinien. Zürich, S. Höhr, 1889.

Scientific Transactions of the royal Dublin Society, Volume IV, Observations of the Planet Jupiter, made with the Reflector of three feet aperture at Birr Castle by O. Boeddicker, 1889.

P. Tacchini, Eclissi totale di Sole del 1870, 1883, 1886 e 1887. Roma, Eredi Botta, 1888.

M. Tejera, Origen y Constitución Mecánica del Mundo. Barcelona, L. T. Serra 1889.

R. Thommen, Unser Kalender. Hamburg. A.- G. vorm. J. F. Richter. 1889.

W. Valentiner, Veröffentlichungen der Grofsherzoglichen Sternwarte zu Karlsruhe, Heft III. Karlsruhe, Braun, 1889.

E. Weifs, Annalen der K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien, Band V und VI, Jahrgang 1885 und 1886. Wien 1887 und 1888.

H. Wild, Normaler Gang und Störung der erdmagnetischen Declination. Kaiserliche Akademie, St. Petersburg, 1889.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.